

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**APLICACIÓN MÓVIL PARA MEJORAR LA COMPETENCIA DE
COMUNICACIÓN EN PERSONAS CON AUTISMO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS Y DE COMPUTACIÓN**

SONIA VIVIANA DÍAZ TITUAÑA

sonia.diaz@epn.edu.ec

PAOLA ELIZABETH VARGAS SALAZAR

paola.vargas@epn.edu.ec

DIRECTOR: Ing. ENRIQUE ANDRÉS LARCO AMPUDIA, MSc.

andres.larco@epn.edu.ec

Quito, agosto 2019

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por **Sonia Viviana Díaz Tituaña** y **Paola Elizabeth Vargas Salazar**, bajo mi supervisión.

Ing. Enrique Andrés Larco Ampudia, MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO

DECLARACIÓN

Yo, **Sonia Viviana Díaz Tituaña** y yo, **Paola Elizabeth Vargas Salazar**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Sonia Viviana Díaz Tituaña

Paola Elizabeth Vargas Salazar

DEDICATORIA

Al final de mis estudios con gratitud imperecedera dedico este trabajo a mis padres ejemplo maravilloso de fe, amor y sacrificio incomparable, meta y razón de mis ideales, a mis hermanos Natali, Daniela y Santiago ejemplo de lucha, fortaleza y apoyo incondicional, a mi hija Alisson que con su amor incomparable se ha convertido en mi fuente de energía para seguir en la lucha del día a día, a Gonzalo, Norma, Erika, Leslie y Esteban por brindarme su apoyo siempre que lo he necesitado.

Sonia Díaz

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi esposo Luis Loachamin por su apoyo y su amor incondicional en cada momento, a mis hermosos hijos Micaela y David que son los que me dan la fuerza para salir adelante y luchar por mis sueños, mis Padres Fausto y Mónica que siempre me han guiado para ser una buena persona cada día y gracias a ellos pude llegar hasta esta meta, mis hermanas Andrea, Cristina y Mónica que han sido mi ejemplo, a mi mejor amiga Elena Santillán que siempre esta pendiente de mi y a toda mi familia, amigos que me han apoyado todo el tiempo de diferente forma.

Gracias a todos ya que sin su incentivo, sus consejos y su apoyo no hubiera llegado a dar este paso final para culminar con éxito mi carrera.

Les amo con todo mi Corazón y deseo que Dios los llene de Bendiciones.

Pao Vargas

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por apoyarme incondicionalmente en el transcurso de mi carrera, a mis hermanos menores por brindarme su amor por cuidar de Alisson en los momentos en que no puede hacerlo, a Natali por ser un pilar fundamental en mi vida por apoyarme y brindarme palabras de aliento.

A mi director de proyecto Andrés Larco por la motivación brindada, gracias por sus consejos para ser mejores personas y profesionales, gracias por su paciencia.

A mis compañeros de estudios que de alguna forma pusieron su granito de arena para poder culminar este proyecto, Alexis y Eduardo gracias por los conocimientos impartidos.

A mi compañera y amiga Paola por ser mi apoyo en este largo camino, gracias por las experiencias compartidas y por los lazos que formamos.

A la Fundación Hellen Keller, en especial a su directora MSc. Verónica García quien nos abrió las puertas de la Fundación para poder desarrollar nuestro proyecto.

Sonia Díaz

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a Dios por darme esta oportunidad de llegar hasta el final, darme la fuerza y la sabiduría para culminar mis estudios.

A mi esposo Luis Loachamin por siempre ser mi apoyo, cuidar de nuestros hijos y ayudarme en los momentos más difíciles, darme siempre una palabra de aliento.

A mi director de proyecto, Ing. Andrés Larco por no dejar de creer en mi, por ser más que un profesor un amigo que me enseña las cosas importantes de la vida, a ser mejor persona. Y sobretodo por la paciencia que me tuvo para apoyarme hasta el final en la culminación de esta meta.

A mi querida amiga y compañera de proyecto Sonia Díaz ya que siempre ha estado junto a mi, hemos formado un gran equipo de trabajo y un gran lazo de amistad, amor y paciencia.

A nuestros compañeros profesores Alexis Andrango y Eduardo que nos han enseñado con paciencia.

A la Fundación Hellen Keller, en especial a su directora MSc. Verónica García quien nos abrió las puertas de la Fundación para poder trabajar libremente.

Pao Vargas

CONTENIDO

Resumen	1
Abstract	2
1 INTRODUCCIÓN	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 OBJETIVOS	6
1.2.1 Objetivo General	6
1.2.2 Objetivo Específicos	6
1.3 ALCANCE	6
1.4 MARCO TEÓRICO	7
1.4.1 Trastorno del Espectro Autista	7
1.4.2 Características y Diagnóstico del TEA	9
1.4.3 Comunicación y Lingüística del TEA	11
1.4.4 El Trastorno de Espectro Autista y las TIC	12
1.4.5 Metodología de desarrollo de software	12
1.4.6 Herramientas	16
1.5 ESTRUCTURA DEL PROYECTO	17
2 METODOLOGÍA	18
2.1 EXPERIENCIA DE USUARIO	18
2.1.1 Estrategia	18
2.1.2 Alcance	21
2.1.3 Estructura	23
2.1.4 Modelo Conceptual	24
2.1.5 Principio de Organización	24
2.1.6 Esqueleto	25
2.1.7 Superficie	26
2.2 PROTOTIPADO	28
2.2.1 Baja fidelidad	28
2.2.2 Media Fidelidad	34
2.2.3 Alta Fidelidad	41

2.3	EVALUACIÓN DE LOS PROTOTIPOS	48
2.3.1	Baja Fidelidad	48
2.3.2	Media Fidelidad	50
2.3.3	Alta Fidelidad	51
2.4	TEST DE ACCESIBILIDAD	52
2.5	EVALUACIÓN MARS	54
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
3.1	PROTOTIPO DE BAJA FIDELIDAD	56
3.1.1	Resultados	56
3.1.2	Discusión	58
3.2	PROTOTIPO DE MEDIANA FIDELIDAD	58
3.2.1	Resultados	58
3.2.2	Discusión	60
3.3	PROTOTIPO DE ALTA FIDELIDAD	60
3.3.1	Resultados	60
3.3.2	Discusión	65
3.4	TEST DE ACCESIBILIDAD	66
3.4.1	Resultados	66
3.4.2	Discusión	66
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
4.1	CONCLUSIONES	67
4.2	RECOMENDACIONES	68
5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
6	ANEXOS	I
6.1	DOCUMENTOS GENERADOS	I
6.1.1	Prototipo de baja fidelidad	I
6.1.2	Prototipo de media fidelidad	I
6.1.3	Prototipo de alta fidelidad	II
6.2	CÓDIGO FUENTE	II
6.2.1	Aplicación móvil	II

RESUMEN

El presente proyecto integrador se realizó conjuntamente con las terapeutas de la Fundación Hellen Keller especializada en el Trastorno de Espectro Autista, el cual es un conjunto de trastornos cognitivos, una de sus características es la comunicación deteriorada o falta de interés en el lenguaje.

El objetivo principal del presente proyecto es desarrollar una aplicación móvil para mejorar las competencias de comunicación en personas con Autismo.

Para el desarrollo del actual proyecto se combinó las metodologías de User Experience y prototipado. La combinación de estas metodologías permite que el desarrollo de la aplicación se base en las necesidades y capacidades del usuario. Estos prototipos fueron evaluados con las métricas HEART de Google y para la entrega final del prototipo de alta fidelidad se evaluó con la herramienta Mobile App Rating Scale.

La encuesta de satisfacción de la aplicación demostró el agrado de las terapeutas por la aplicación móvil, tanto por su diseño, funcionalidad, su fácil navegabilidad por lo que la directora de la Fundación mostró su interés y aceptación a la aplicación.

Las personas con autismo tienen buena respuesta a los artefactos visuales, por lo que el uso de pictogramas dentro de la aplicación móvil servirá de apoyo para mejorar las competencias de comunicación de personas con trastorno de espectro autista.

Palabras clave: aplicación móvil, competencias de la comunicación, trastorno de espectro autista, autismo, pictogramas.

ABSTRACT

This project was made with therapists of the Hellen Keller Foundation which is specialized of the autism spectrum disorder, this one is a ser of cognitive disorders, one of them is low speaking ability or lack of interest in speaking.

The principal objective of this project is to develop a mobile app that can improve communication skills in people with autism.

To develop this project two methodologies will be combined, user experience and prototyping.

The mixture of this two methodologies allows the development of base apps in the skills and needs of the user.

This prototypes were evaluated with google heart's metrics and for the final delivery of the high fidelity prototype this app was evaluated with the tool mobile app rating scale.

The satisfaction survey of the app showed the liking of therapists of the mobile app, for its design, functionality and it's easy navigation, that's why the foundation director showed her interest and acceptance in the app.

People with autism have a good answer to visual tools, that's why the use of pictures inside the mobile app will be useful for the support of improving communication skills in people with autism spectrum disorder.

Keywords: mobile application, communication skills, autism spectrum disorder, autism, pictograms.

1 INTRODUCCIÓN

En esta sección se detalla los antecedentes, objetivos y alcance del proyecto. Como también se describe la estructura y el marco teórico.

1.1 ANTECEDENTES

La Organización Mundial de la Salud (OMS), estima que más de mil millones de personas poseen algún tipo de discapacidad, es decir alrededor de un 15 % de la población mundial [1]. Según la OMS, uno de cada 160 niños de la población mundial es diagnosticado con Trastorno de Espectro Autista (TEA) [2].

En Ecuador de acuerdo a cifras proporcionadas por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador, para el año 2017 se ha diagnosticado a 1581 personas dentro de los TEA; divididos entre autismo atípico, autismo de la niñez, síndrome de Asperger y síndrome de Rett [3]. A esta cifra se debe considerar el número importante de personas que tienen algún TEA pero que por la dificultad para diagnosticarlo aún no han sido identificadas [4]. Para generar estas estadísticas el Ministerio de Salud Pública del Ecuador emplea la clasificación internacional de la Organización Panamericana de la Salud, como se muestra en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1: Clasificación CIE-10 de los TEA [5].

F84	Trastorno Generalizado del Desarrollo
F84.0 Incluye:	Autismo Infantil Trastorno Autístico. Autismo Infantil. Psicosis Infantil. Síndrome de Kanner.
Excluye:	Psicopatía Autística.
F84.1 Incluye:	Autismo Atípico Psicosis infantil atípica. Retraso Mental con rasgos autísticos.
F84.2	Síndrome de Rett
F84.3 Incluye:	Otro Trastorno Desintegrativo de la niñez Dementia Infantilis. Psicosis Desintegrativa. Síndrome de Heller. Psicosis Simbiótica.
Excluye:	Síndrome de Rett (F84.2).
F84.4	Trastorno Hiperactivo con retraso mental y movimientos estereotipados.
F84.5 Incluye:	Síndrome de Asperger. Psicopatía Autística. Trastorno Esquizoide de la Infancia.
F84.8	Otros Trastornos generalizados del desarrollo.
F84.9	Trastorno Generalizado del desarrollo sin especificar.

El TEA comienzan en la infancia y tiende a persistir hasta la adolescencia y la edad adulta. Las intervenciones dirigidas a estas personas deben acompañarse de medidas más generales que hagan que los entornos físicos, sociales y actitudinales sean más accesibles, inclusivos y compasivos, se debe tomar en cuenta que estas personas sufren estigmatización, discriminación y violaciones de los derechos humanos. Su acceso a los servicios y al apoyo es insuficiente a nivel mundial [2].

El manejo de los TEA debe ser integral desde un punto de vista multidisciplinario, multisistémico e interprofesional, junto a su familia y la comunidad, en Ecuador los niños y

adolescentes que han sido diagnosticados con algún tipo de TEA son atendidos de manera parcial, en el sistema educativo, pero en muchos de acuerdo a sus diagnósticos no son tratados con terapias específicas para cada caso [5].

El TEA, es un trastorno cognitivo cuyas características son una baja o nula interacción social, la comunicación deteriorada, los impedimentos creativos, los intereses repetitivos y restringidos y las sensibilidades sensoriales. El TEA es un conjunto de trastornos que incluyen trastorno autista o autismo de Kanner, síndrome de Rett, trastorno generalizado del desarrollo, trastorno desintegrado infantil o síndrome de Heller y síndrome de Asperger [6] [7].

Las personas con TEA presentan alteraciones y problemas en la comunicación tales como [8] [9]:

- ❑ Ausencia de conductas destinadas a la comunicación, como señalar o compartir objetos de interés, demostrar sentimientos y emociones.
- ❑ Falta de interés en el lenguaje oral (la gramática, el vocabulario, incluso la capacidad de definir el significado de palabras aisladas), o retraso significativo en la adquisición del mismo.
- ❑ Dificultades para iniciar o mantener una conversación.

El uso de dispositivos móviles está siendo utilizado como una herramienta para la comunicación entre personas con TEA y sus tutores o familiares de confianza proporcionando buenos resultados [10]. En la actualidad se puede encontrar algunas aplicaciones móviles en el mercado con este fin; sin embargo, en su mayoría tienen un costo para su uso o no poseen opciones de personalización. Debido a esto no todas las personas conocen o pueden acceder a este tipo de aplicaciones.

La aplicación móvil será desarrollada para dispositivos móviles con sistema operativo Android, ya que es el sistema operativo más utilizado y las aplicaciones de Android son las más descargadas en las plataformas globales de distribución de aplicaciones, así se podrá abarcar mayor número de usuarios. La aplicación pretende mejorar las competencias de comunicación de las personas con autismo. Podrá ser utilizada por fundaciones de educación especial o personas particulares. Este proyecto se aplicará en la fundación Hellen Keller la cual brinda servicio de apoyo a personas con autismo [11] [12].

1.2 OBJETIVOS

A continuación se detallan los objetivos del proyecto:

1.2.1 Objetivo General

Desarrollar una aplicación móvil para mejorar las competencias de comunicación en personas con Autismo.

1.2.2 Objetivo Específicos

- Levantar los requerimientos funcionales y no-funcionales para el desarrollo de la aplicación móvil.
- Diseñar e implementar tres interfaces para ayudar a mejorar las competencias de la comunicación en personas autistas.
- Evaluar las tres interfaces en función de usabilidad y accesibilidad.

1.3 ALCANCE

El presente proyecto se enfocara en mejorar las competencias de comunicación de personas que presentan TEA mediante una aplicación móvil para celulares y tablets con sistema operativo Android 5.0 y posteriores.

La aplicación móvil permitirá al usuario formar oraciones mediante la elección de pictogramas, los cuales tienen asociados una palabra y un sonido, de esta manera los pictogramas elegidos se transforman en una oración escrita y posteriormente mediante el Text-to-speech se la podrá escuchar.

La aplicación tiene un módulo de configuración que permitirá a personas autenticadas crear, modificar y eliminar categorías, subcategorías, acciones y elementos dependiendo de las necesidades y capacidades de las personas con TEA.

1.4 MARCO TEÓRICO

1.4.1 Trastorno del Espectro Autista

Etimológicamente Autismo proviene de “autos” que significa “si mismo” [13], entonces el significado de esta palabra sería “meterse en uno mismo”, “ensimismarse” [14].

En 1912 el psiquiatra suizo Paul Bleuler introdujo por primera vez la palabra alemana Autismus (autismo) para describir el interés que tienen los pacientes esquizofrénicos adultos a vivir en sí mismos aislados del mundo emocional exterior [15]. En 1943 el psiquiatra austríaco Leo Kanner tomó prestado de Bleuler el término autismo, al realizar un estudio en el que observó que 11 niños tenían un comportamiento diferente al resto de los niños en edades tempranas, planteando que los niños autistas también vivían en su propio mundo y con dificultad para relacionarse con las personas que se hallaban a su alrededor, pero notó que tenían comportamientos distintos a las personas con esquizofrenia [16]. Entre las características que observó fue que estos niños presentaban problemas de comunicación, poca flexibilidad a los cambios de rutina, buena memoria, sensibilidad a los estímulos y problemas para realizar actividades espontáneas. Es hasta esa fecha que el término autismo fue incluido en la clasificación médica [14].

Para describir este trastorno se ha utilizado nombres como síndrome de Kanner, autismo normal primario, esquizofrenia de tipo autista entre otros, tratando de aclarar un aspecto del diagnóstico o de sus posibles causas, el autismo es una condición bastante rara por lo que se ha visto inmersa en una gran controversia por los diferentes puntos de vista que tienen los investigadores clínicos acerca de este síndrome [16].

El autismo es un trastorno que afecta a algunos niños ya sea desde su nacimiento o desde la primera infancia, haciéndose más notorio durante los primeros tres años de vida [16] [17]. Las personas con autismo tienen deficiencia en tres grandes áreas: interacción social, la comunicación y el juego creativo o imaginativo [18]. El autismo al ser considerado un síndrome se define y diagnostica mediante signos y síntomas más que por una etiología específica por lo que su diagnóstico se hace difícil [16], lamentablemente no hay una prueba médica o marcadores físicos para determinar si una persona tiene o no autismo, sin embargo se puede realizar observaciones de comportamiento que ayudan al diagnóstico [19].

Por la variedad de síntomas que presentan las personas con autismo y sus diferentes nive-

les de afectación en las áreas antes mencionadas, los manuales internacionales han introducido en la actualidad el término “espectro autista”, haciendo referencia al extenso abanico de indicadores que manifiestan las personas con autismo desde las más graves hasta las más superficiales, representando en conjunto el nivel de afectación de cada persona [20].

En 1994 en el Manual de Trastornos Mentales (DSM-4) publicado por la Asociación Psiquiátrica se considera que el autismo interpreta uno de los cinco Trastornos Generalizados del Desarrollo (TGD) que son: Síndrome de Asperger, Trastorno Autista, Trastorno Desintegrativo Infantil, Trastorno del Desarrollo no Específico y el Síndrome de Rett. Pero a partir del año 2013 publicado en el nuevo DSM-5 se determinó que todos estos trastornos se junten en una sola categoría llamada TEA, sin embargo el Síndrome de Rett fue separado de esta categoría por no ser parte de estas alteraciones (ver Figura 1.1) [21].

Por lo tanto los TEA comprenden un conjunto heterogéneo de trastornos tanto en su etiología como en su presentación clínica, que comienzan en la infancia y en algunas ocasiones tienden a persistir hasta la adolescencia y la edad adulta, teniendo en común la dificultad de formar relaciones sociales de una manera normal, desarrollar una comunicación normal y la presencia de patrones repetitivos y restrictivos de la conducta. Las intervenciones dirigidas a las personas con TEA deben acompañarse de medidas más generales que hagan que los entornos físicos, sociales y actitudinales sean más accesibles, inclusivos y compasivos [20] [2].

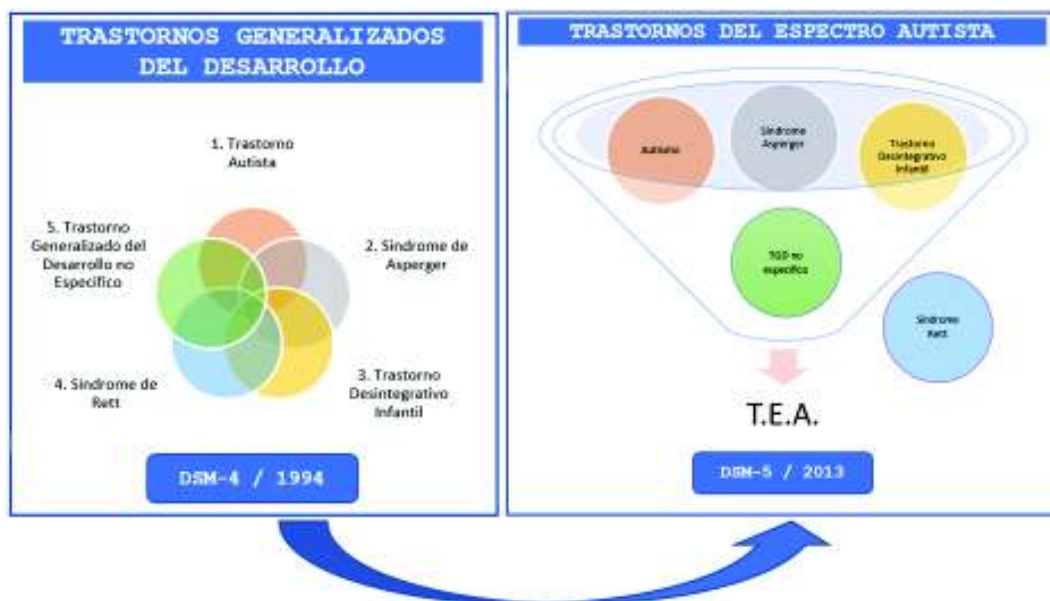


Figura 1.1: Comparación de clasificaciones diagnósticas DSM-4 y DSM-5.

1.4.1.1 Clasificación

Siguiendo con la clasificación del Manual de Trastornos Mentales (DSM-5) se identifica cuatro tipos de Trastornos de Espectro Autista los cuales son:

- ❑ **Trastorno autista, autismo infantil o Síndrome de Kanner:** el nombre de Síndrome de Kanner se atribuye por el estudio del médico Dr. Kanner describiendo este trastorno en los años 30. Este trastorno posee deficiencia en la interacción social y pueden pasar inmersos en su propio mundo, muestran comportamientos repetitivos durante periodos prolongados de tiempo y llegan a ser altamente sensibles ante estímulos externos [22] [8].
- ❑ **Trastorno de Asperger o Síndrome de Asperger:** este trastorno es un poco más complicado de diagnosticar ya que presentan una inteligencia media alta que dificulta la valoración de sus problemas. Muestra deficiencia en la interacción social con personas de acuerdo a su edad, rigidez mental y comportamental. A diferencia del Síndrome de Kanner tiene un desarrollo del lenguaje verbal aparentemente normal [22] [8].
- ❑ **Trastorno desintegrativo infantil o Síndrome de Heller:** es un trastorno que tiene un desarrollo inicial normal que suele aparecer a los 2 años hasta los 10 años con una pérdida en las habilidades adquiridas en casi todas las áreas. Suele asociarse a discapacidad intelectual grave y se sospecha que es el resultado de una lesión del sistema nervioso central que no logra ser identificado [8].
- ❑ **Trastorno generalizado del desarrollo no especificado:** agrupa todos los casos en los que los síntomas son heterogéneos comparado con los tres tipos anteriores, o bien se presentan de forma incompleta o inapropiada los síntomas de autismo en cuanto a edad de inicio o existencia de sintomatología subliminal [8].

1.4.2 Características y Diagnóstico del TEA

El diagnóstico del TEA suele ser difícil de realizar debido a que las destrezas de aprendizaje, pensamiento, comportamiento y resolución de problemas de las personas con TEA varían de una persona a otra, hay personas con coeficiente intelectual altos y personas que presentan dificultades en las áreas ya nombradas, además que no existen pruebas médicas con las que se pueda confirmar este trastorno, para diagnosticarlos los médicos observan

el comportamiento y desarrollo de los niños, a menudo los TEA pueden detectarse en la primera niñez, sin embargo, muchos niños no reciben un diagnóstico final sino hasta que son mayores, este retrato en el diagnóstico significa que las personas con TEA no reciben la ayuda que necesitan. A continuación se presentan los criterios diagnósticos del Trastorno del Espectro Autista (TEA) según el DSM-5:

1. Deficiencia en la comunicación social y en la interacción social en diversos contextos, manifestados por lo siguiente [7]:
 - ❑ Deficiencias en la reciprocidad socioemocional por ejemplo, desde un acercamiento social anormal, no tener conversaciones en ambos sentidos, disminución del interés, emociones o afectos compartidos.
 - ❑ Deficiencias en las conductas comunicativas no verbales de la comunicación verbal y no verbal poco integrada, anomalías del contacto visual y del lenguaje corporal, deficiencia de la comprensión y el uso de gestos, hasta una falta total de expresión facial y de comunicación no verbal.
 - ❑ Deficiencias en el desarrollo, mantenimiento y comprensión de las relaciones por ejemplo, dificultades para ajustar el comportamiento en diversos contextos sociales, dificultades para compartir juegos imaginativos o para hacer amigos y ausencia de interés por otras personas.
2. Patrones restrictivos y repetitivos de comportamiento, interés o actividades, que se manifiestan en dos o más de los siguientes puntos:
 - ❑ Movimientos, utilización de objetos, patrones repetitivos por ejemplo alineación de los juguetes o cambio de lugar de objetos, frases repetitivas.
 - ❑ Insistencia en la monotonía, carencia de flexibilidad en las rutinas o patrones ritualizados de comportamiento verbal y no verbal, presentan angustia frente a pequeños cambios, dificultades en los procesos de transición, patrones de pensamiento rígidos, rituales de saludo, necesidad de tomar el mismo camino o de comer los mismos alimentos cada día.
 - ❑ Hiper o hiporreactividad a los estímulos sensoriales por ejemplo indiferencia aparente al dolor, temperatura, respuesta adversa a sonidos o texturas específicos, olfateo o palpación excesiva de objetos, fascinación visual por las luces o el movimiento.

3. Los síntomas se presentan en las primeras fases del periodo de desarrollo aunque en ocasiones no son notorias si no hasta que la demanda social supera las capacidades limitadas.
4. Los síntomas causan un deterioro clínicamente significativo en lo social, laboral u otras áreas importantes de funcionamiento habitual.

1.4.3 Comunicación y Lingüística del TEA

La presencia del retraso o anomalías en el desarrollo del lenguaje era considerado primordial para su diagnóstico [16]. Las dificultades varía según su gravedad. Existen pocas personas que no hablan durante toda su vida, otras pueden emitir repeticiones de sonidos y finalmente existe un grupo de personas que desarrollan el lenguaje de manera fluida mientras crecen después de lo normal, comienzan por repetir palabras o frases que han escuchado anteriormente. Por esta razón ahora no se incluye entre los nuevos criterios de diagnóstico ya que el retraso del lenguaje no es específico, puede estar presente tanto en niños con TEA como en niños sin TEA [23]. El desarrollo del lenguaje es crucial con respecto a los resultados porque el retraso severo del lenguaje en la vida temprana parece ser un productor de resultados pobres. Además, la elección del tratamiento puede verse influido por el nivel de lenguaje de la persona con TEA [9] [24].

Algunos criterios de patrones del lenguaje del comportamiento que a menudo tienen los niños con trastornos del espectro autista son [25]:

- Lenguaje repetitivo o rígido:** la repetición de las palabras o expresiones del lenguaje sin sentido en las personas con TEA es conocido como ecolalia. Existen dos clasificaciones: ecolalia inmediata.- repiten palabras rápidamente al escuchar de otra persona. Ecolalia tardía.- las personas repiten palabras u oraciones que han escuchado anteriormente.
- Intereses específicos y habilidades excepcionales:** algunas personas con TEA tienen diferentes habilidades pueden ser el crear un monólogo sobre algún tema, talento musical, facilidad en los cálculos matemáticos.
- Desarrollo desigual del lenguaje:** en este caso existe niños que comienzan a leer o hablar desde muy temprana edad que no corresponden a su nivel normal y su pro-

greso generalmente es desigual.

- ❑ **Poca habilidad para la comunicación no verbal:** es común que las personas con TEA sean incapaces de usar gestos para poderse comunicar, también pueden evitar el contacto visual y se podría pensar que son maleducados, desinteresados o distraídos.

1.4.4 El Trastorno de Espectro Autista y las TIC

Con respecto al hecho de que las personas con TEA pueden mostrar una buena respuesta a los artefactos visuales, los padres y maestros han usado diferentes técnicas de matemáticas y arte durante el período de tiempo. Estos incluyen paneles de juego físicos, trabajos de arcilla, aprendizaje a través del dibujo y medios musicales para enseñarlos. Pero con los cambios tecnológicos, los maestros y los padres de niños autistas utilizan nuevos enfoques. Comienzan a utilizar las herramientas para interacciones visuales como vídeos, televisión entre otros. El rápido desarrollo en el campo de los teléfonos inteligentes, alienta a los investigadores y desarrolladores a desarrollar nuevas herramientas innovadoras para ayudar al autismo [6].

La utilización adecuada de Tecnologías de la Información y la comunicación (TIC) es muy útil y eficaz para la educación en general y, especialmente, en el desarrollo del aprendizaje de personas con Necesidades Educativas Especiales (NEE), las personas con TEA a través del uso de las TIC pueden desarrollar habilidades de comunicación, posibilitando el aprendizaje y adquisición de competencia del lenguaje, repercutiendo positivamente en su calidad de vida [26]. En la última década, los recursos innovadores en la enseñanza han experimentado un extraordinario impulso y desarrollo, aprovechando eficazmente las posibilidades de la informática e Internet. Este contexto ha propiciado que en la actualidad exista un muy amplio espectro de posibilidades que abarca desde pizarras interactivas a aplicaciones de todo tipo como pictogramas, videojuegos educativos y también herramientas enfocadas a la formación previa del maestro o personal de apoyo [26].

1.4.5 Metodología de desarrollo de software

Para el desarrollo del actual proyecto se combinará las metodologías de User Experience y prototipado. La combinación de estas metodologías permite que el desarrollo de la aplicación se base en las necesidades y capacidades del usuario.

1.4.5.1 Experiencia del Usuario (User Experience -UX)

La iteración Humano-Computador tradicional se enfocaba solamente en las habilidades, procesos cognitivos y en cumplir con la funcionalidad del producto dejando a un lado el comportamiento emocional de los usuarios y otros aspectos emergentes con el uso de la tecnología, esto lleva a no comprender de manera íntegra a las personas y así no poder mejorar sus experiencias[27]. La experiencia, sentimientos y expectativas previas del usuario influyen en las experiencias que tendrá en el momento en que interactúe con el producto, además el estado de ánimo o de humor que tenga la persona juega un papel importante[28][29].

Según la International Standards Organisation (ISO) en su estándar número 9241-210:2010 la experiencia de usuario es todo lo relacionado con las percepciones y respuestas que tenga una persona como resultado del uso y/o uso previo de un producto, sistema o servicio, además de las emociones, creencias, respuestas físicas y psicológicas, comportamientos y logros de los usuarios antes, durante y después de su uso, también la experiencia que el usuario tenga con la marca, la presentación, la funcionalidad; por otro lado una de las partes más importantes es el estado interior y físico del usuario como las habilidades, personalidad, actitud, etc [30].

Se han propuesto algunas soluciones y modelos para mejorar la experiencia de usuarios algunos de estos modelos se contraponen pero en el año 2000 Jesse J. Garrett desarrolló un modelo para la etapa de desarrollo de sitios web que pueden también ser aplicados en el desarrollo móvil u otros productos de software, a este modelo se lo conoce como The Elements of User Experience [31].

Este modelo esta dividido en cinco planos tal como se muestra en la Figura 1.2.

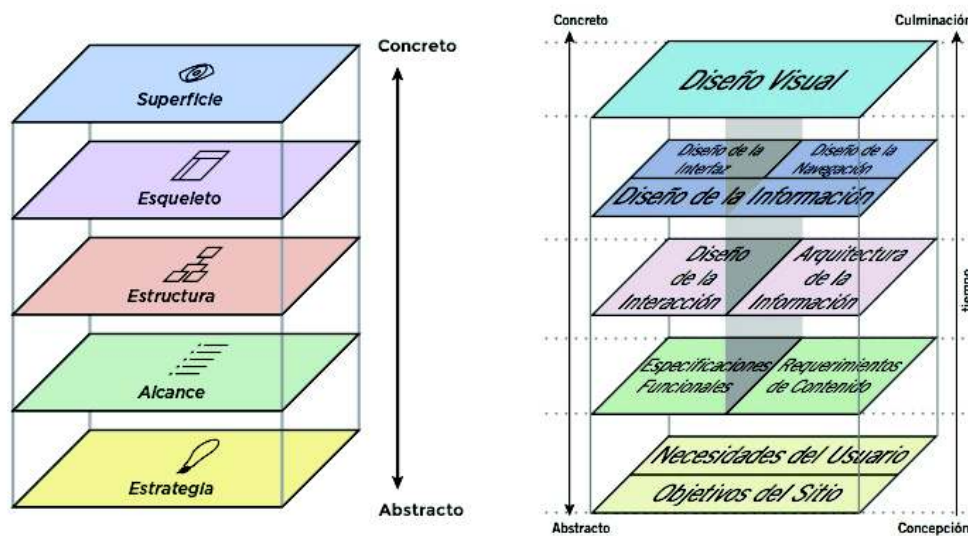


Figura 1.2: Elementos de la Experiencia de usuario adaptado al español de [31].

1. **Estrategia:** en este plano se debe entender las necesidades Y requerimientos del usuario y los objetivos del negocio que se deben alcanzar.
2. **Alcance:** en este plano se definen las características y especificaciones funcionalidades del sitio, sistema o aplicación móvil o web, es decir un registro de las características y operaciones que cada componente va a realizar. Este plano depende del Plano Estrategia, para esto se debe hacer un balance entre los objetivos del sistema y las necesidades del usuario.
3. **Estructura:** en este plano se identifica los componentes que estarán dentro del producto: contenido, títulos, botones, vocabulario y cómo van a interactuar cada uno de estos, además en este plano se definirá la navegabilidad.
4. **Esqueleto:** en el plano de esqueleto se define la forma de presentar la información es decir la disposición de los elementos gráficos del sistema: botones, cajas de texto, etc. En este plano se incluye la navegabilidad y los componentes deben tener un funcionamiento eficaz y eficiente.
5. **Superficie:** lo importante de este plano es el diseño visual: las imágenes que se va a utilizar, los colores, el tipo de tipografía, etc.

1.4.5.2 Prototipado

De manera general un prototipo es una implementación parcial pero concreta de un sistema o de una parte del mismo cuyo objetivo es explorar los aspectos iterativos del sistema incluyendo la accesibilidad, usabilidad y la funcionalidad del mismo, los prototipos se pueden modificar, permiten visualizar y realizar pruebas donde se obtiene retroalimentación [32].

El prototipo puede ser un medio de comunicación y soporte entre el usuario y los desarrolladores, lo que permite evaluar las primeras fases del desarrollo ayudando a mejorar la calidad y cumplimiento de los requerimientos [33].

Uno de los criterios para clasificar los prototipos es el criterio de fidelidad, así los prototipos se clasifican en: prototipo de baja, mediana y alta fidelidad [33].

- ❑ **Baja fidelidad:** en este prototipo se implementa aspectos generales del sistema sin entrar en detalles, tiene un aspecto parecido al real pero muy básico, son baratos y fáciles de implementar es el prototipo del que más retroalimentación se obtiene [33].
- ❑ **Mediana fidelidad:** el prototipo de mediana fidelidad es un punto medio entre el prototipo de baja fidelidad y el de alta fidelidad, este prototipo se desarrolla con una herramienta especializada, en este prototipo se identifica los componentes de la aplicación y la navegabilidad, pero no la funcionalidad, visualmente se asemeja a la aplicación final.
- ❑ **Alta fidelidad:** este prototipo se asemeja en mayor medida al real, con las funcionalidades completas, requiere mayor tiempo y trabajo se lo realiza con herramientas especializadas, este producto puede ser utilizado como el producto final [33].

1.4.6 Herramientas

Nombre	Detalle	Uso
 Balsamiq	<p>Balsamiq Mockups es una herramienta de diseño de interfaz de usuario con el que se puede diseñar wireframes (mockups) para facilitar la comprensión antes de escribir el código [34].</p>	<p>Prototipo de baja fidelidad.</p>
 GitLab	<p>GitLab es una aplicación única para todo el ciclo de vida del desarrollo de software, es un repositorio gestor que permite dar seguimiento desde la planificación de proyectos y la gestión de código fuente hasta CI / CD, monitoreo y seguridad [35].</p>	<p>Todo el proyecto.</p>
 Material Design	<p>Material.io es un lenguaje visual de código abierto que sintetiza los principios clásicos del buen diseño con la innovación de la tecnología y la ciencia [36].</p>	<p>Prototipo de media y alta fidelidad.</p>
 Android Studio	<p>Android Studio es el IDE oficial de Android. Está diseñado específicamente para que Android acelere su desarrollo y lo ayude a crear aplicaciones de la más alta calidad para cada dispositivo Android [37].</p>	<p>Prototipo de media y alta fidelidad.</p>
 Firebase	<p>Firebase Realtime Database es una base de datos alojada en la nube. Los datos se almacenan como JSON y se sincronizan en tiempo real con cada cliente conectado. Cuando crea aplicaciones multiplataforma con nuestros SDK de iOS, Android y JavaScript [38].</p>	<p>Prototipo de alta fidelidad.</p>

1.5 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

Metodología

La metodología describe cómo se llevó a cabo el desarrollo del proyecto en sus diferentes fases.

Resultados y Discusión

Esta sección presenta los resultados obtenidos de la investigación preliminar, el cumplimiento de los requerimientos y de las evaluaciones, En la discusión se interpretan y analizan los resultados.

Conclusiones

La sección de conclusiones evalúa si se alcanzó los objetivos planteados.

2 METODOLOGÍA

En el presente proyecto de titulación se detalla la metodología utilizada para el desarrollo de la aplicación que mejora la comunicación de personas autistas.

2.1 EXPERIENCIA DE USUARIO

En esta sección se explica el desarrollo de la aplicación frente a cada fase de la experiencia de usuario.

La aplicación móvil a desarrollar se enfocará en la interacción entre las personas con Autismo es por ello que se considera el uso del proceso User Experience Design (UXD), el cual permite incorporar la retroalimentación de los usuarios al proceso de evolución del diseño [39]; siendo así el usuario el actor principal del diseño, centrando sus necesidades, habilidades y limitaciones [40] [41]. Con el objetivo de que el usuario logre transmitir sus necesidades a sus familiares de confianza o terapeutas mediante el uso de la aplicación; asegurando que los aspectos estéticos y funcionales se encuentren en el contexto del producto [31].

2.1.1 Estrategia

La fase de la estrategia tiene como propósito definir los objetivos del negocio, la funcionalidad, la definición de los usuarios y el alcance de la aplicación

2.1.1.1 Objetivos del negocio

- Desarrollar una aplicación móvil que permita mejorar las competencias de comunicación de personas con TEA.

- ❑ Desarrollar una aplicación móvil editable y adaptable.
- ❑ Proveer de una aplicación móvil a Fundaciones, padres de familia dedicadas al cuidado y enseñanza de personas con TEA.

2.1.1.2 Funcionalidad

La aplicación permite elegir pictogramas asociados a un texto y sonido para formar oraciones de petición, puede ser utilizada por las personas con TEA, padres de familia y los terapeutas.

2.1.1.3 Segmentación de Usuario

La segmentación de usuarios consiste en clasificar a los usuarios en distintos grupos, definiendo características comunes como necesidades, actitudes, preferencias, permitiendo identificar los factores que describan de mejor manera a cada grupo y que a su vez los diferencie de los demás.

La segmentación de usuario se realizó considerando las personas involucradas con el TEA, los usuarios que interactúan con la aplicación son las personas con TEA, Terapeutas y padres de familia.

- ❑ **Terapeutas:** encargadas de la enseñanza a niños y jóvenes de la fundación, requieren de material apropiado que sea fácil de usar y personalizar.
- ❑ **Personas con TEA:** niños y jóvenes de la Fundación Hellen Keller y personas de cualquier edad que padezcan algún tipo de Trastorno de Espectro Autista y tengan dificultades en la comunicación.
- ❑ **Padres de Familia:** ayudan en las terapias de los niños y jóvenes.



Figura 2.1: Segmentación de usuario.

2.1.1.4 Éxito de la aplicación

El éxito de la aplicación se basa en una serie de métricas que permite medir la experiencia del usuario a gran escala y utilizarlas para tomar decisiones en el proceso de desarrollo basadas en los datos y en los usuarios; para ello se tomó como referencia HEART, un framework de evaluación diseñado por Google [42].

El framework HEART tomó el nombre por sus siglas Happiness, Engagement, Adoption, Retention, Task Success. Fue desarrollado por un equipo de Google para evaluar la calidad de la experiencia del usuario en donde los equipos puedan definir las métricas específicas que usarán para hacer un seguimiento [43]. No siempre es apropiado emplear todas las métricas, pero hacer referencia al framework ayuda a tomar una decisión explícita acerca de incluir o excluir una métrica específica que puede variar de acuerdo a la naturaleza del proyecto [44].

- ❑ **Happiness (Felicidad):** es una medida de actitud o satisfacción de los usuarios, el atractivo visual, la probabilidad de recomendar y la facilidad de uso percibida. Es más probable que con una encuesta general se pueda realizar un seguimiento de las mismas métricas a lo largo del tiempo para ver el progreso a medida que se realizan los cambios [42].
- ❑ **Adoption (Adopción):** se puede utilizar para proporcionar información del número de usuarios nuevos durante un determinado período de tiempo. Esta medida tiende a ser especialmente útil para atraer nuevos negocios y características [42].
- ❑ **Task success (Tareas Completadas):** abarca varias métricas de comportamiento, se mide por factores como la eficiencia (el tiempo que tardan los usuarios en completar la tarea), la efectividad (el porcentaje de tareas completadas) y la tasa de error [44].

La Tabla 2.1 describe las métricas, objetivos seleccionados para el presente proyecto.

Tabla 2.1: Métricas HEART de Google.

HEART	OBJETIVOS	INSTRUMENTO	MÉTRICAS	PROTOTIPO
Felicidad	El acceso a la aplicación sea fácil y que ésta pueda ser usada para mejorar la comunicación en personas con autismo.	Encuestas	- Grado de satisfacción del usuario. - Facilidad al usar la aplicación.	- Alta Fidelidad.
Adopción	Analizar el número de usuarios nuevos durante un determinado periodo de tiempo.	Firebase Analytics	- Número de usuarios nuevos registrados cada 7 días.	- Alta Fidelidad.
Tareas completadas	Definir tareas para que el usuario pueda utilizar la aplicación.	CheckList de Tareas	- Número de tareas completadas. - Eficiencia, Eficacia y número de errores.	- Alta Fidelidad.

2.1.2 Alcance

El alcance de la Experiencia de Usuario es definir los objetivos del negocio como requerimientos, para obtener la funcionad deseada de la aplicación.

2.1.2.1 Requerimientos de la aplicación

La Especificación de Requerimientos de Software (ERS) es un conjunto de recomendaciones que sirven como guía para definir los requerimientos o requisitos del software [45].

Definir los requisitos del software sirven para realizar un plano base para el desarrollo de la aplicación, primero se debe definir las partes interesadas, en nuestro caso las personas con autismo, terapeutas de la fundación, los padres de familia y los desarrolladores, en la fase de análisis de requerimiento se estudia las necesidades de los usuarios para poder definir los requisitos de la aplicación [45] [46].

La Especificación de Requerimientos tiene como objetivo que los interesados definan la aplicación que desean y necesitan, esto va a servir para que el desarrollador entienda las necesidades que debe cubrir la aplicación y no se creen confusiones. Con los requerimientos definidos se establece su prioridad, esto sirve para saber en qué elementos de la aplicación se debe invertir más o menos recursos. Para establecer la prioridad de los requisitos se asignó una escala de 1 a 3 siendo uno la prioridad más alta y tres la más baja, en

la Tabla 2.2 se muestra la lista de requerimientos con su prioridad [46].

Basándose en estos requisitos, se realiza el modelado de la futura aplicación, también se elabora los prototipos para confirmar que es lo que los usuarios realmente desean [46].

Tabla 2.2: Requisitos para la aplicación PictoAutis.

IDENTIFICADOR	REQUERIMIENTOS	DESCRIPCIÓN	PRIORIDAD
R1	Inicio de sesión	Registrar al usuario con su cuenta de Google.	2
R2	Acceso	Acceder directamente a la aplicación.	1
R3	Uso	Permitir a las personas con autismo realizar oraciones de petición a través de la aplicación.	1
R4	Configuración	Ingresar a la pantalla de configuración	1
R5		Ingresar nuevas categorías.	1
R6		Ingresar nuevas subcategorías.	1
R7		Ingresar nuevas acciones	1
R8		Ingresar nuevos elementos.	1
R9		Actualizar categoría	1
R10		Actualizar subcategoría	1
R11		Actualizar acciones	1
R12		Actualizar elemento	1
R13		Eliminar categoría	2
R14		Eliminar subcategoría	2
R15		Eliminar acciones	2
R16	Eliminar elemento	2	
R17	Información	Obtener información acerca de la funcionalidad de la aplicación.	3
R18	Ayuda	Obtener ayuda sobre la funcionalidad de la aplicación.	3

2.1.2.2 Especificaciones de la aplicación

Las especificaciones de la aplicación son las características que va a poseer la aplicación al terminar su desarrollo, estas deben concordar con los requerimientos iniciales.

En la Tabla 2.3 se lista las especificaciones de la aplicación una vez concluido el desarrollo del prototipo 3.

Tabla 2.3: Especificaciones de los requisitos para la aplicación PictoAutis.

IDENTIFICADOR	REQUERIMIENTOS	DESCRIPCIÓN	RELACIÓN
E1	Inicio de sesión	El usuario podrá iniciar sesión con su cuenta de Google.	R1
E2	Acceso	Las personas con autismo podrán acceder directamente a la aplicación.	R2
E3	Uso	Permite a las personas con autismo comunicarse a través de oraciones a través de pictogramas.	R3
E4		Cada pictograma tendrá asociado un texto y un sonido.	
E5		La aplicación leerá las oraciones realizadas por el niño.	
E6	Configuración	El tutor deberá ingresar un usuario y una contraseña para acceder a la pantalla de configuraciones.	R4
E7		El tutor podrá insertar una nueva categoría.	R5
E8		El tutor podrá insertar una nueva subcategoría.	R6
E9		El tutor podrá insertar una nueva acción.	R7
E10		El tutor podrá insertar un nuevo elemento.	R8
E11		El tutor podrá actualizar una categoría.	R9
E12		El tutor podrá actualizar una subcategoría.	R10
E13		El tutor podrá actualizar una acción.	R11
E14		El tutor podrá actualizar un elemento	R12
E15		El tutor podrá eliminar una categoría	R13
E16		El tutor podrá eliminar una subcategoría	R14
E17		El tutor podrá eliminar una acción.	R15
E18		El tutor podrá eliminar un elemento	R16
E19		Información	Se podrá conocer información de la aplicación
E20	Ayuda	Se podrá obtener ayuda para el funcionamiento de la aplicación	R18

2.1.3 Estructura

Una vez se definan los requerimientos de la aplicación se procede con la fase de estructura, en esta fase se modela los requerimientos para obtener una estructura e iniciar el desarrollo, en esta fase del desarrollo de la aplicación las decisiones de la disposición del contenido tuvieron algunos cambios dependiendo de los resultados de las pruebas de usabilidad de los prototipos.

2.1.4 Modelo Conceptual

En el modelo conceptual se debe entender de manera clara el problema, y cómo la aplicación va a funcionar, este modelo es clave para obtener buenos resultados en el desarrollo de la aplicación móvil. El modelo que se utilizó es sencillo, las personas con TEA forman oraciones seleccionando pictogramas o imágenes y los terapeutas y padres de familia pueden ingresar a configuraciones como se muestra en la Figura 2.2.



Figura 2.2: Gráfico del diagrama de la aplicación.

2.1.5 Principio de Organización

Ayuda a entender la navegabilidad es decir cómo los nodos se relacionan, para esto se debe utilizar un vocabulario visual correcto, se utilizará el vocabulario recomendado por Garrett que es autor de este vocabulario [31].

El vocabulario visual debe ser sencillo, independiente de las herramientas que se utilice, ayuda a describir la estructura del proyecto y servirá para elaborar los prototipos iniciales. La Figura 2.3. describe la organización de la aplicación utilizando las normas del vocabulario visual descrito anteriormente [31].

Detalle:

- ❑ Una vez finalizado el inicio de sesión se pasa a la pantalla principal.
- ❑ Se puede realizar oraciones se inicia sin login, el login lo deben realizar los terapeutas

que quieran agregar, modificar o eliminar algún elemento.

- ❑ Desde cualquier enlace del módulo de la configuración se podrá salir y regresar al juego.
- ❑ La aplicación cuenta con un módulo de ayuda.

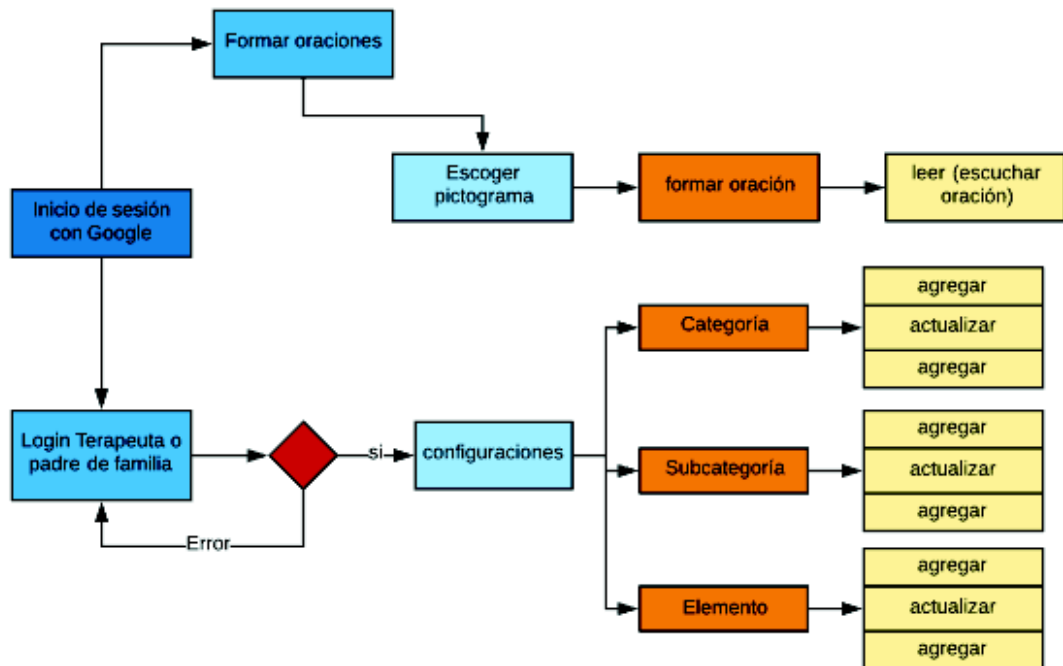


Figura 2.3: Gráfico de la estructura organizacional de la aplicación.

2.1.6 Esqueleto

Una vez concluida la capa de estructura, inicia la capa de Esqueleto en donde se define la navegabilidad de la aplicación aquí comúnmente se definen convenciones y ciertos componentes.

2.1.6.1 Navegación

La aplicación debe ser intuitiva es decir que sea fácil de usar y que permita al usuario saber en donde está y que le resulte sencillo saber a donde debe ir o regresar. Para la navegabilidad se ha establecido secuencias lógicas para que tanto a las personas con TEA, a los padres de familia y terapeutas les resulte fácil regresar a las pantallas que utiliza con más

frecuencia en el caso de formar oraciones se puede regresar a las pantallas de categorías o al de subcategorías, y en el módulo de configuración a la pantalla de categorías, y de esta se puede regresar a la pantalla principal. Para acceder a las configuraciones es necesario ingresar un usuario y una contraseña.

2.1.7 Superficie

La capa de superficie es el último elemento en el desarrollo de productos software basados en la experiencia de usuario. En esta capa se define el componente visual para maximizar la satisfacción y gusto del usuario al utilizar la aplicación.

2.1.7.1 Enfoque

El enfoque que se utilizó es un diseño sencillo para que el usuario centre su atención en lo importante de la aplicación que es formar oraciones, para esto se eliminó contenido que distraiga al usuario, el fondo blanco permite resaltar los botones y las imágenes. En la Figura 2.4 podemos ver la pantalla principal, donde el enfoque es la flecha que permite ir a la pantalla para formar las oraciones, en la figura resaltan las cajas con las imágenes.

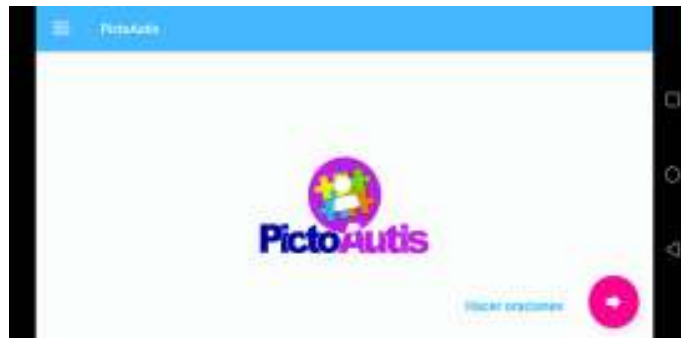


Figura 2.4: Gráfico de la pantalla de inicio.

2.1.7.2 Colores

Para la elección de los colores se tomó en cuenta las sugerencias de las terapeutas una vez realizadas las pruebas de mediana fidelidad, la selección se hizo con ayuda de la paleta de colores de Material Design, se conservó los colores en todas las pantallas para mantener la consistencia en toda la aplicación. En la Figura 2.5 se muestra la herramienta de Material

Design que sirvió para tener una idea clara de la combinación de colores entre que las pantallas, y los botones.

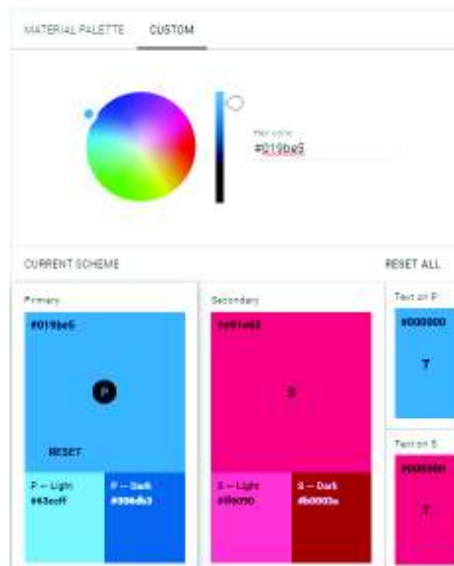


Figura 2.5: Gráfico de la elección de colores de la aplicación. Sacado de Material Desing [36]

2.1.7.3 Elección de la marca

El nombre de la marca y el logotipo debe explicar de manera sencilla el propósito de la aplicación y al grupo objetivo al cual va dirigido, la elección del nombre se realizó en conjunto con las terapeutas y se eligió PICTOAUTIS que cumple con los objetivos mencionados anteriormente en la Figura 2.6 se observa el nombre de la marca.



Figura 2.6: Nombre de la marca.

Para el logo se realizó una investigación previa de logotipos significativos en el área de TEA, en su mayoría son rompecabezas de colores, en la Figura 2.7 se muestra el logotipo de la aplicación PICTOAUTIS que es un rompecabezas que en su interior tiene el perfil de una persona.



Figura 2.7: Logo de la Marca.

2.2 PROTOTIPADO

Para el desarrollo de la aplicación se usará prototipado que es un proceso iterativo de desarrollo de una versión del software, en que el usuario, el desarrollador de software y expertos colaboran en el desarrollo, control del comportamiento del programa, corrección de errores, pruebas de funcionalidad, estudio de la apariencia y las opciones de diseño del software de manera incremental [47] [48]. El prototipado modela el producto final permitiendo efectuar pruebas en atributos específicos sin necesidad de que el producto esté terminado. Con el prototipado el usuario también es una parte fundamental para el desarrollo de la aplicación, ya que en cada interacción con el prototipo se conseguirá información del usuario esta manera se puede analizar el diseño, predecir las preferencias en el producto real, permitir la visualización de errores y sus soluciones basándonos en las capacidades de las personas con autismo. La técnica de prototipado según la fidelidad de la reproducción de la interfaz, consta de tres niveles de prototipado los cuales son: prototipo de baja fidelidad, media fidelidad y alta fidelidad [49].

2.2.1 Baja fidelidad

Se realizaron esquemas o mock-ups de la aplicación móvil diseñados en Balsamiq versión 3.5.15, para obtener información relevante acerca de las instrucciones o peticiones más comunes que las personas con TEA utilizan, esta información nos servirá posteriormente para la orientación de las diferentes secciones de la aplicación en la pantalla del dispositivo móvil.

Mock-up 1: principal

La interfaz principal que se muestra en la Figura 2.8 contiene: la barra del menú, una barra izquierda donde se encuentra los elementos más usados, una barra superior que muestra las categorías, la parte principal donde se colocaran los pictogramas, un recuadro donde se irá escribiendo las palabras asociadas a cada pictograma y finalmente el botón de sonido donde se escuchará la oración completa formada por pictogramas.



Figura 2.8: Mock-up interfaz principal.

En la Figura 2.9 muestra las subcategorías con sus elementos.

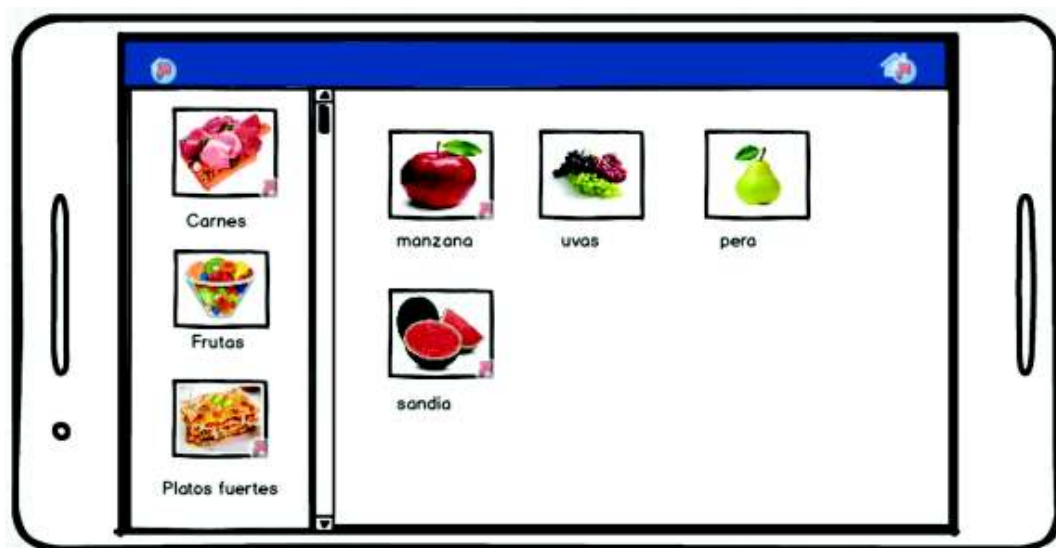


Figura 2.9: Mock-up interfaz principal subcategorías.

En la Figura 2.10 se muestra la pantalla principal con los pictogramas y la oración para poder reproducir la oración y transmitir al terapeuta o padre de familia la petición.



Figura 2.10: Mock-up interfaz principal con pictogramas.

Mock-up 2: menú

En esta interfaz muestra las opciones dentro del menú en el cual se tiene la opción de configuraciones en la cual podrá acceder el terapeuta o el padre de familia, ayuda donde se encuentra un pequeño tutorial sobre la aplicación e información de la aplicación como indica la Figura 2.11

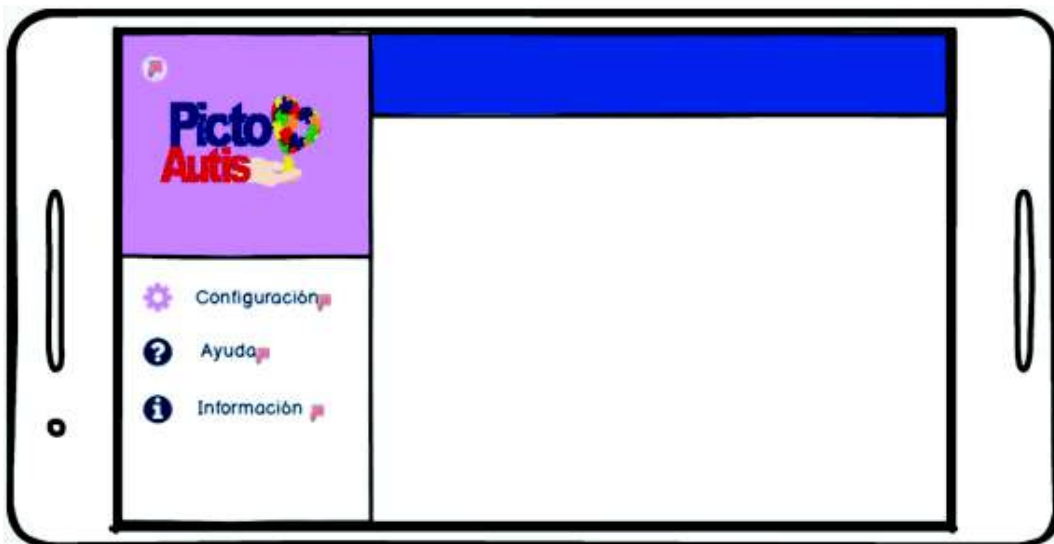


Figura 2.11: Mock-up interfaz menu.

Mock-up 3: login

Esta interfaz es diseñada para dar seguridad al usuario encargado de las configuraciones al cual se le proporciona un usuario y una clave para el ingreso (Ver Figura 2.12).



Figura 2.12: Mock-up interfaz login.

Mock-up 3: configuración

Esta interfaz muestra las diferentes configuraciones que podrá realizar la persona encargada, ya sea en las categorías, subcategorías o elementos según las necesidades de la persona con TEA. La Figura 2.13 muestra el registro de una nueva categoría donde se debe ingresar su nombre y una imagen. Una vez concluida esta acción y al guardar la categoría muestra un mensaje como indica la Figura 2.14.

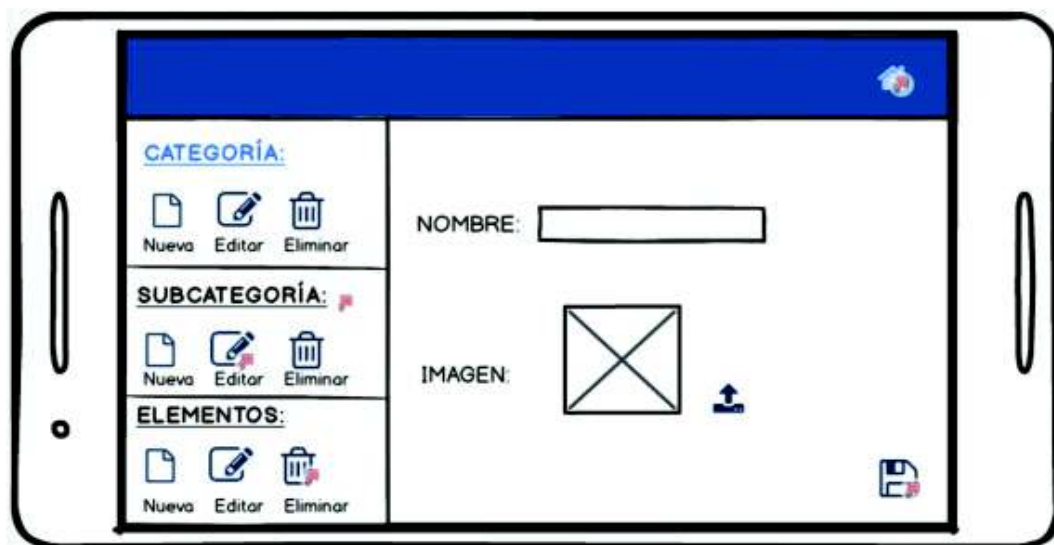


Figura 2.13: Mock-up interfaz configuración, registro nueva categoría.



Figura 2.14: Mock-up interfaz configuración, mensaje registro categoría.

La Figura 2.15 muestra la modificación de una subcategoría ya existente, la cual puede ser editada su nombre o la imagen. Y se muestra el mensaje de actualización correcta (Ver Figura 2.16).



Figura 2.15: Mock-up interfaz configuración, modificación de una subcategoría.



Figura 2.16: Mock-up interfaz configuración, mensaje de actualización correcta.

Para poder eliminar un elemento se debe seleccionar el elemento (Ver Figura 2.17). Y se muestra un mensaje para confirmar si desea eliminar ese elemento como indica la Figura 2.18.



Figura 2.17: Mock-up interfaz configuración, eliminación de un elemento.



Figura 2.18: Mock-up interfaz configuración, mensaje eliminación.

2.2.2 Media Fidelidad

Se creó un prototipo inicial en el entorno de desarrollo integrado Android Studio, para implementar algunas funcionalidades como la navegabilidad, la interfaz y la información de la aplicación.

❑ Iteración 1:

Principal

Para la interfaz de la pantalla principal se muestra en la parte superior las categorías de los pictogramas y en el lado izquierdo los elementos que son más usados por el usuario (Ver Figura 2.19).



Figura 2.19: Interfaz principal.

En esta pantalla se observa la interfaz donde se encuentran las subcategorías relacionadas con la categoría seleccionada como indica la Figura 2.20.

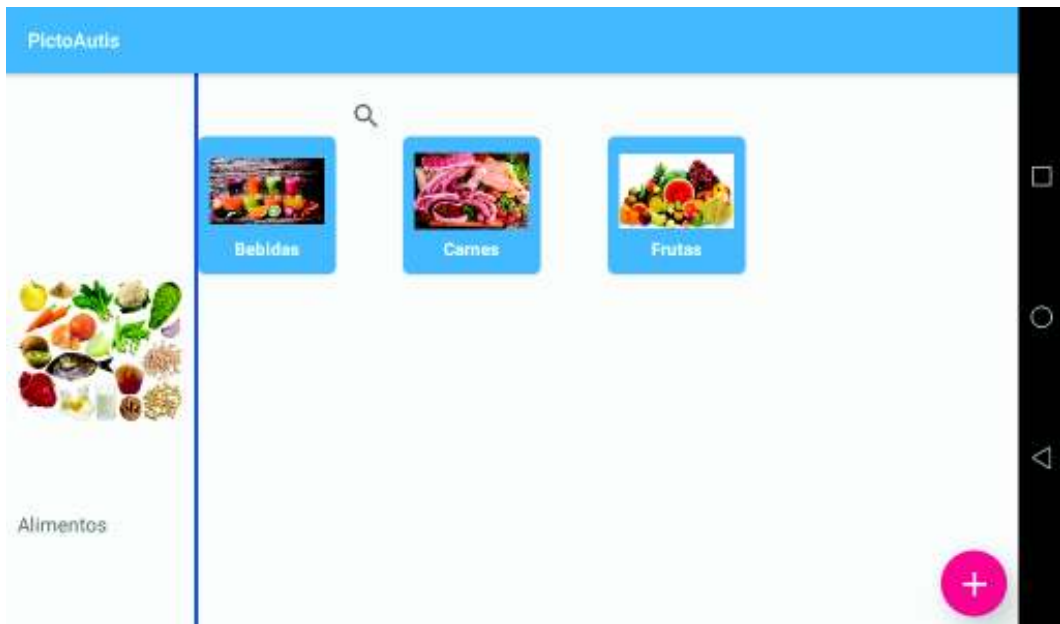


Figura 2.20: Interfaz subcategoría.

La interfaz muestra los elementos registrados en la subcategoría de bebidas seleccionada como indica la Figura 2.21.

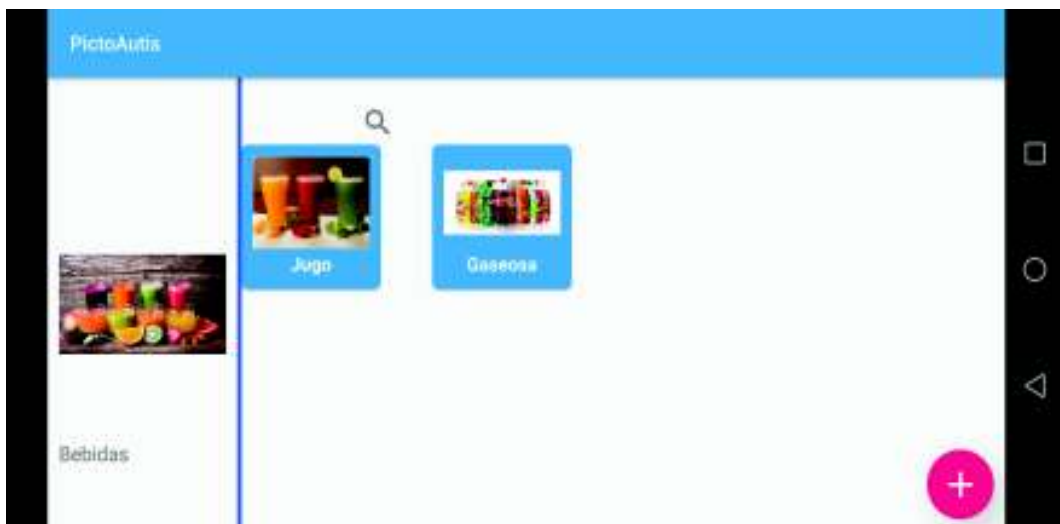


Figura 2.21: Interfaz subcategoría.

El usuario escoge el pictograma deseado y se coloca en la interfaz principal como muestra la Figura 2.22, entonces se va formando la oración con las palabras que se encuentran asociadas a cada pictograma y finalmente se encuentra el botón para escuchar la oración.



Figura 2.22: Interfaz principal.

Menú

En la Figura 2.23 se muestra las diferentes opciones del menú las cuales son la parte de la configuración donde las personas autorizadas podrán ingresar con un usuario y contraseña a configurar las categorías, subcategorías y elementos. También encontraremos la parte de ayuda e información y una opción para ingresar a la pantalla principal para formar las oraciones.



Figura 2.23: Interfaz de menú.

Login

Para la parte de configuración lo primero que se debe hacer es ingresar con el usuario y contraseña que se proporcionará a los terapeutas y padres de familia como indica la Figura 2.24



Figura 2.24: Interfaz login.

Configuración

La Figura 2.25 muestra la interfaz de categorías en la que se puede agregar nuevas categorías, editar o eliminar categorías según sea necesario.

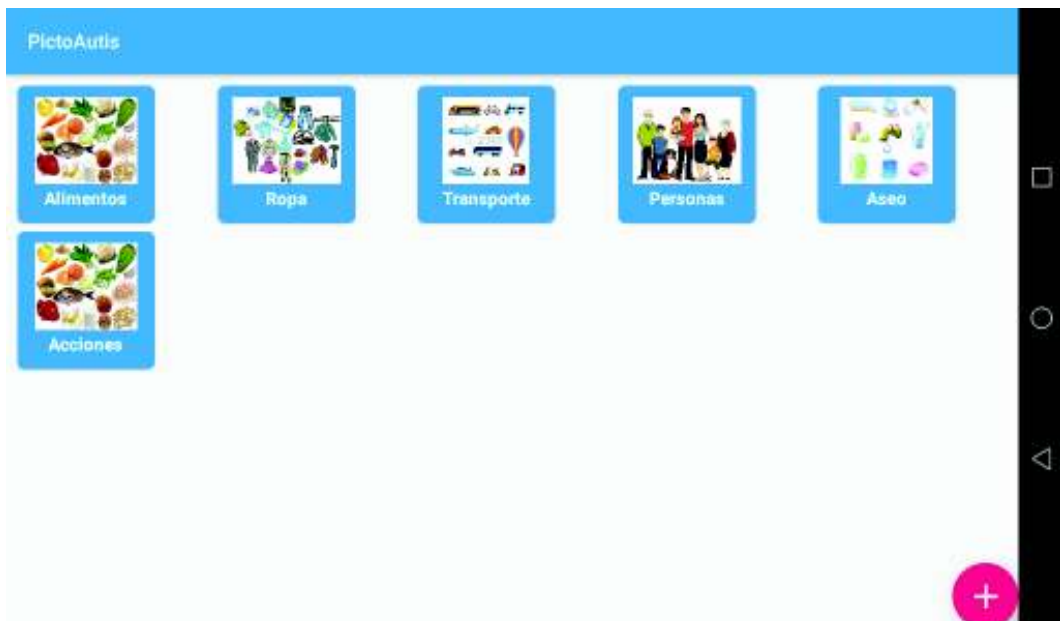


Figura 2.25: Interfaz categoría.

Una vez seleccionada la categoría ingresamos a la interfaz de subcategoría donde se puede editar o eliminar si es el caso como también el botón inferior derecho permite agregar más subcategorías en la categoría (Ver Figura 2.26). Lo mismo sucedería con la interfaz de elementos para agregar, editar o eliminar dentro de una subcategoría seleccionada.

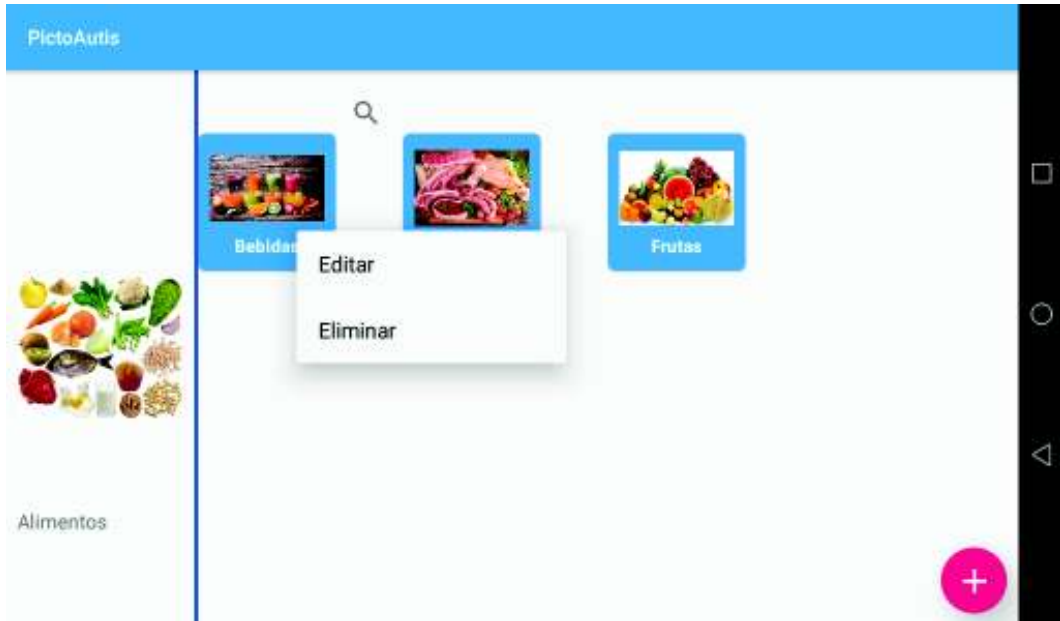


Figura 2.26: Interfaz subcategoría.

❑ Iteración 2:

En la siguiente iteración se muestra los cambios en el prototipo 2 solicitados por la Fundación Hellen Keller, para que la navegación sea más sencilla para las personas con autismo.

Principal

Para la pantalla principal primero se debe cambiar que muestre solo las categorías para luego pasar a la pantalla en que las personas con autismo puedan formar las oraciones (ver Figura 2.27).



Figura 2.27: Interfaz categoría pantalla principal.

Luego de escoger la categoría se pasa a la pantalla principal donde se muestra en la parte superior las subcategorías, el pictograma Yo que viene por defecto y el pictograma acción el cual se lo registra en el momento de registrar la categoría como muestra la Figura 2.28.



Figura 2.28: Interfaz pantalla principal.

En la Figura 2.29 muestra la pantalla donde se encuentran los elementos de la subcategoría frutas, luego se selecciona una de estas y pasa a la pantalla principal.

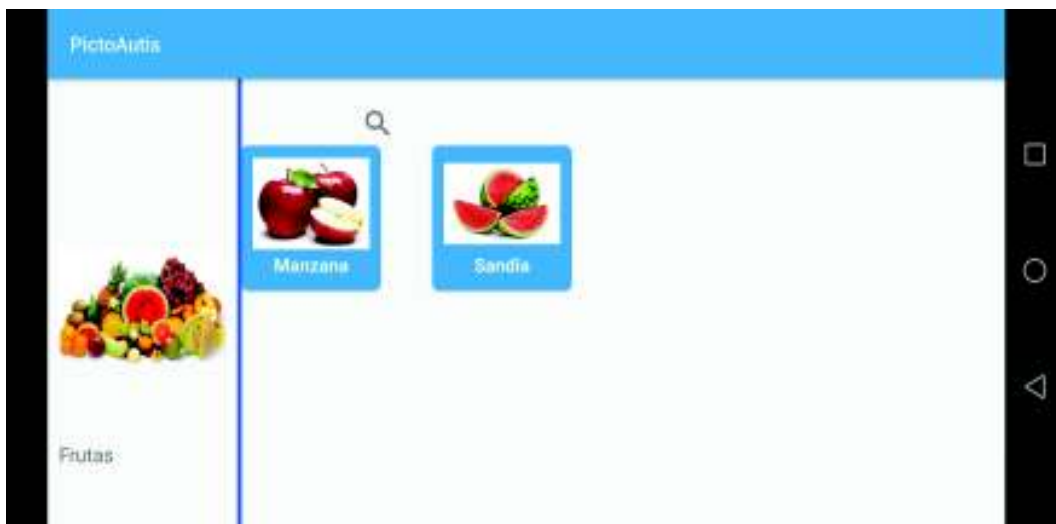


Figura 2.29: Interfaz elementos pantalla principal.

La pantalla principal en donde se puede formar las oraciones muestra el elemento seleccionado y la oración formada la cual está asociada a un sonido y podrá ser escuchada (ver Figura 2.30).

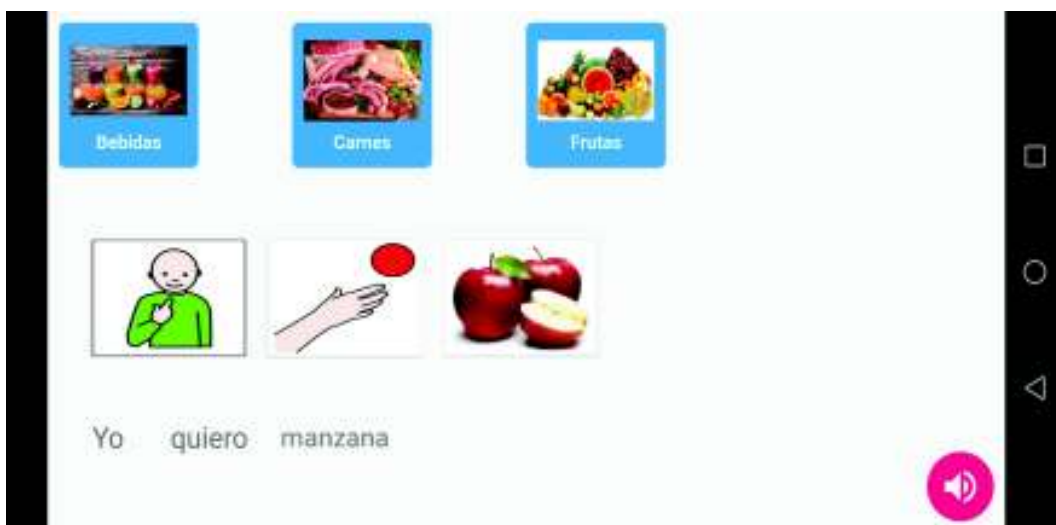


Figura 2.30: Interfaz pantalla principal, oración formada.

Configuración

En la parte de configuración de una categoría se debe registrar el nombre, la acción vinculada a ésta y su imagen como indica en la Figura 2.31.

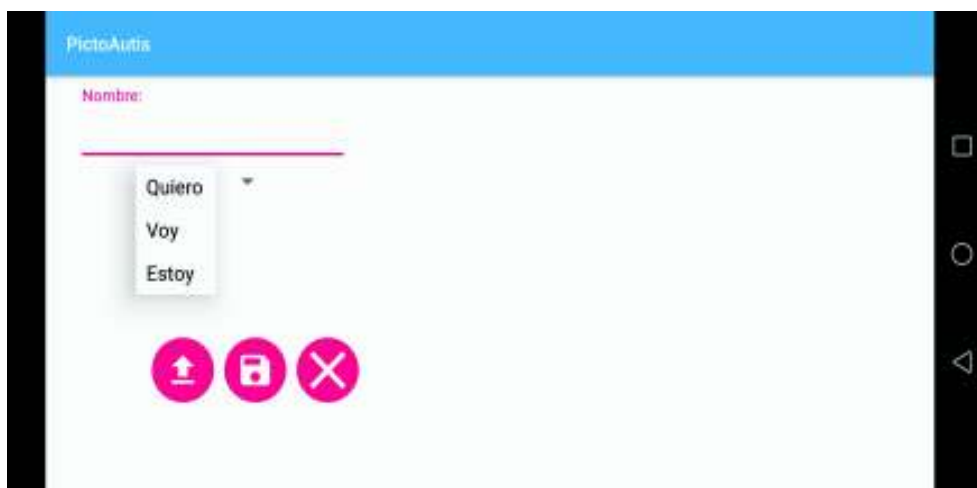


Figura 2.31: Interfaz registro categoría.

2.2.3 Alta Fidelidad

Para el prototipo de alta fidelidad se toma en cuenta las evaluaciones, observaciones y recomendaciones realizadas en las secciones anteriores de baja fidelidad (2.2.1) y media fidelidad (2.2.2). Se realiza esta aplicación usando el entorno Android Studio y un repositorio de versiones GitLab.

Registro

Una vez instalada la aplicación el usuario debe iniciar sesión por única vez con su cuenta de Google como muestra la Figura 2.32 y la Figura 2.33.



Figura 2.32: Interfaz inicio sesión.



Figura 2.33: Interfaz cuenta de Google

Principal

Para la pantalla de inicio se muestra el logo de la aplicación, un pequeño mensaje para formar oraciones cerca del botón siguiente. De esta forma existen 2 maneras de ingresar a formar las oraciones por el logo o por el botón siguiente como indica la Figura 2.34.

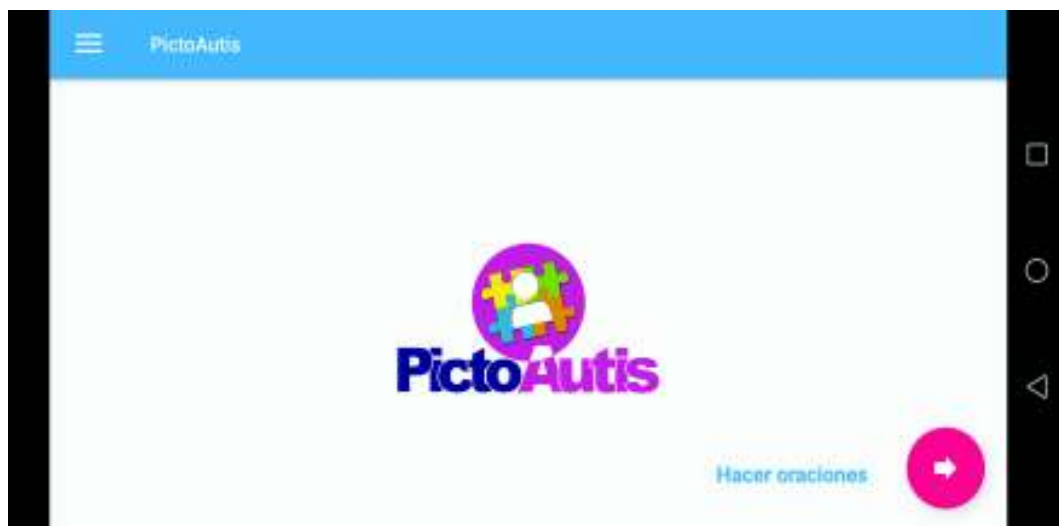


Figura 2.34: Interfaz pantalla de inicio.

Una vez que se ingresa a la pantalla principal se muestra las categorías registradas con anterioridad o las que se encuentran almacenadas en el repositorio de firebase estas fueron solicitadas por la fundación donde también se encuentra algunas subcategorías y algunos

elementos, un botón para regresar a la pantalla de inicio como indica la Figura 2.35.

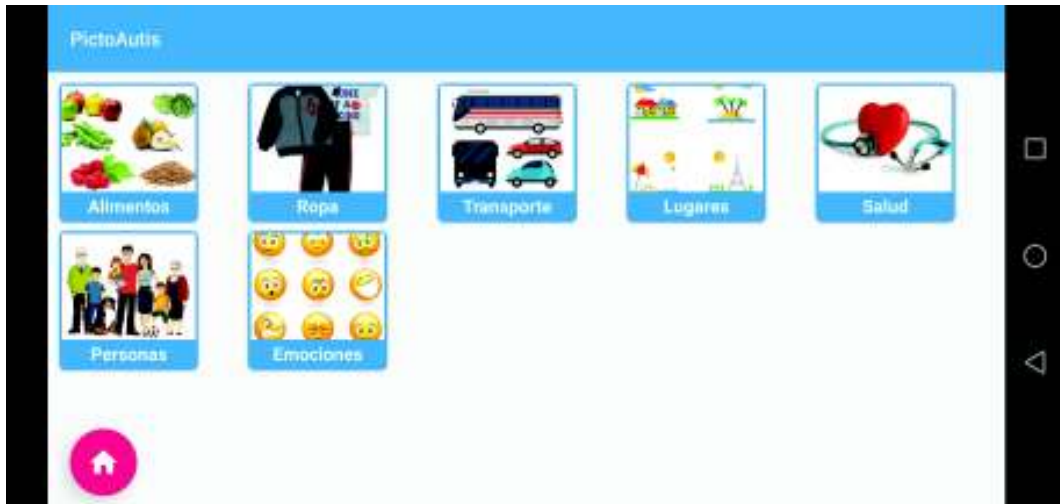


Figura 2.35: Interfaz pantalla principal.

Al seleccionar una categoría se pasa a la pantalla para formar oraciones, donde se encuentra en la parte superior las subcategorías que corresponden a la categoría, el pictograma Yo que viene por defecto y la acción que ha sido vinculada el momento en que se registra la categoría (ver Figura 2.36).



Figura 2.36: Interfaz subcategorías pantalla principal.

En la Figura 2.37 una vez seleccionada la subcategoría muestra los elementos registrados dentro de esta, la cual se selecciona para que el pictograma pase a la pantalla principal o regresar si es necesario.



Figura 2.37: Interfaz elementos pantalla principal

Una vez seleccionado el elemento este regresa y se muestra en la pantalla principal formando la oración necesaria para que las personas con TEA puedan comunicarse. Una vez terminada la oración se pulsa el botón de sonido o el pictograma Yo para que esta oración pueda ser escuchada (ver Figura 2.38).



Figura 2.38: Interfaz oración formada.

Menú

En la Figura 2.39 se observa las diferentes opciones en el menú, primero se puede escoger la opción de hacer oraciones para ingresar a la pantalla principal, ayuda donde se muestra un pequeño tutorial como muestra la Figura 2.40, la parte de configuraciones que se detalla a continuación y la información de la aplicación como indica la Figura 2.41.

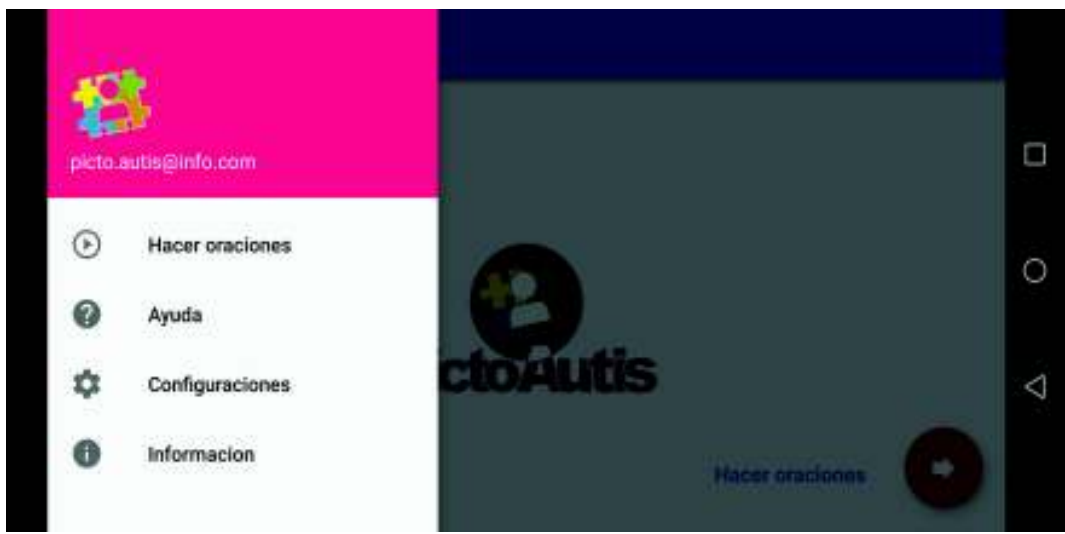


Figura 2.39: Interfaz menú.



Figura 2.40: Interfaz ayuda aplicación.



Figura 2.41: Interfaz información aplicación.

Configuración

En la Figura 2.42 se debe ingresar el usuario y la contraseña que se encontrará en la sección de ayuda.

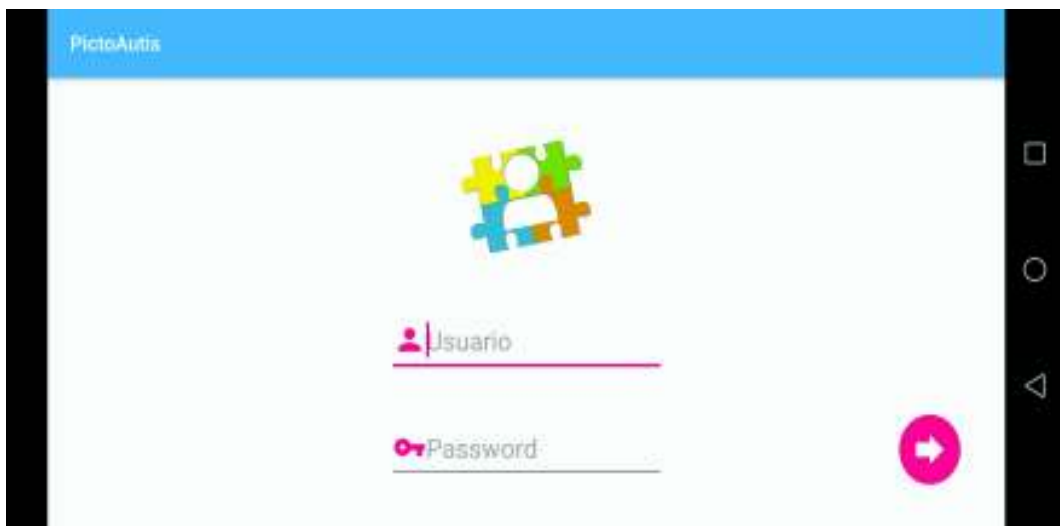


Figura 2.42: Interfaz login para ingresar a configuración.

Una vez ingresado correctamente se puede registrar, editar o eliminar una categoría, subcategoría o elementos (ver Figura 2.43). En esta pantalla se tiene un botón en el lado inferior izquierdo que permite regresar a la pantalla de inicio.

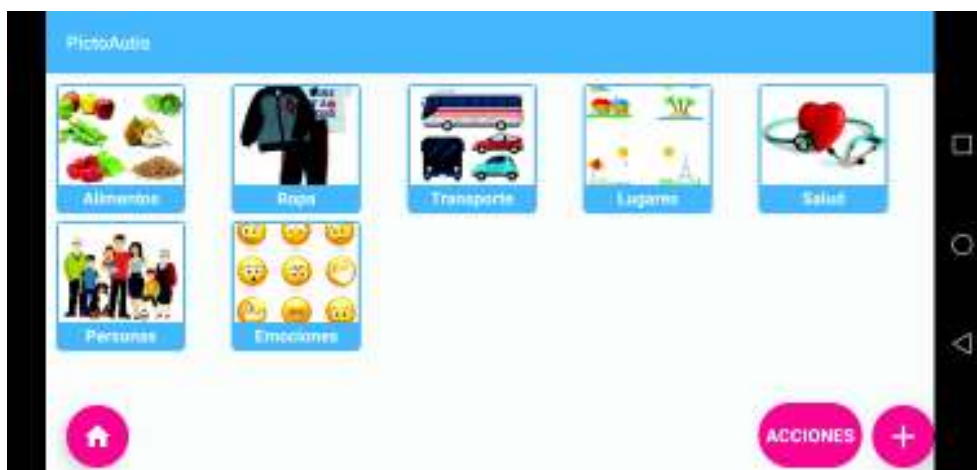


Figura 2.43: Interfaz configuración categorías.

Para registrar una categoría se muestra la secuencia en la Figura 2.44 se debe ingresar el nombre, seleccionar una acción con la que está vinculada, otorgar los permisos de cámara por una vez y seleccionar una imagen la cual puede ser tomada de cámara, seleccionada de galería para que sea una imagen más real.



Figura 2.44: Interfaz registro de categorías.

El mismo procedimiento se realiza al registrar una subcategoría, una acción o un elemento y para ello se debe ingresar el nombre y la imagen (ver Figura 2.45). Y finalmente podemos observar el elemento registrado como muestra la Figura 2.46.

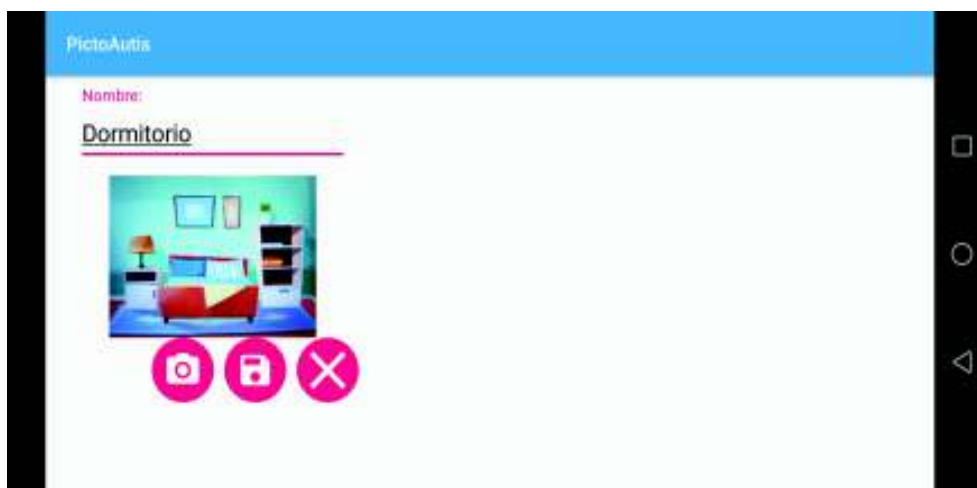


Figura 2.45: Interfaz registro de elementos.

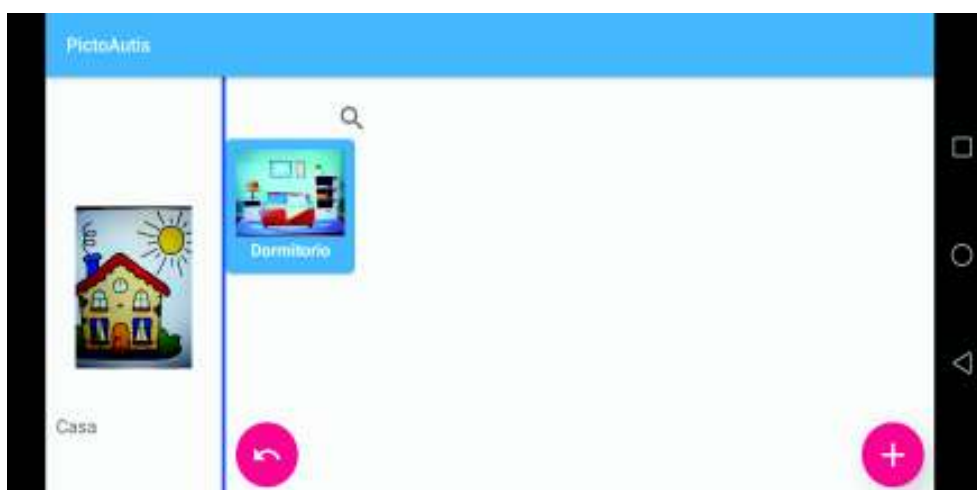


Figura 2.46: Interfaz elemento registrado.

2.3 EVALUACIÓN DE LOS PROTOTIPOS

En esta sección se describe los métodos de evaluación utilizados para poder obtener una retroalimentación en cada prototipo, para ello se realizaron encuestas.

2.3.1 Baja Fidelidad

Para la evaluación del prototipo de baja fidelidad se realizó las pruebas a dos terapeutas de la Fundación Hellen Keller indicando el objetivo de la aplicación, para ello se uso la herramienta Balsamiq Mockup ya que permitió obtener de una manera más sencilla un

ejemplo de diseño para la aplicación móvil PictoAutis y tener una navegabilidad sencilla entre pantallas (ver Figura 2.47).

Finalmente a través de una encuesta se obtiene una retroalimentación sobre el diseño, colores, imágenes, información sobre las secciones útiles y cuales no para mejorar la comunicación en las personas con autismo, esta encuesta se la realizó personalmente y de forma directa a la directora y terapeuta de la Fundación como muestra la Figura 2.48.



Figura 2.47: Evaluación prototipo 1 con terapeutas.

Encuesta de Satisfacción del Prototipo de Baja Fidelidad de PictoAutis	
Obligatorio	
¿La aplicación le parece útil para el grupo objetivo al que esta destinada? *	<input type="radio"/> Si
	<input type="radio"/> No
	<input type="radio"/> Tal vez
¿Cree que con la aplicación las personas con TEA mejoren las competencias de comunicación?	<input type="radio"/> Si
	<input type="radio"/> No
¿Le parece correcta la disposición de los componentes gráficos?	<input type="radio"/> Si
	<input type="radio"/> No
	<input type="radio"/> Tal vez
¿Le parece correcta la navegación entre los componentes de la aplicación?	<input type="radio"/> Si
	<input type="radio"/> No
¿Los colores de la aplicación son correctos para el grupo objetivo al cual va dirigida?	<input type="radio"/> Si
	<input type="radio"/> No
¿Le resultó fácil entender el objetivo de la aplicación?	<input type="radio"/> Si
	<input type="radio"/> No
¿Considera útil el ingreso a configuraciones con un usuario y clave?	<input type="radio"/> Si
	<input type="radio"/> No
Indique alguna sugerencia para mejorar el diseño o funcionalidad de la aplicación	
Tu comentario _____	
<input type="button" value="Enviar"/>	

Figura 2.48: Formulario de encuesta prototipo 1.

2.3.2 Media Fidelidad

La evaluación del prototipo de media fidelidad se mostró a la directora de la Fundación Hellen Keller para hacer una demostración de la navegabilidad de la aplicación, la cual se realiza de manera libre para evaluar cada pantalla y cada parte de la aplicación como muestra la Figura 2.49. Se presentó una encuesta al final en el cual se menciona las partes que se deben mejorar y cambiar, esta encuesta la observamos en la Figura 2.50.



Figura 2.49: Evaluación del prototipo 2 en Fundación.

Encuesta de Satisfacción del Prototipo de Media Fidelidad de PictoAutis

¿El diseño de la aplicación es de su agrado?

La respuesta

¿Los colores botones, fondo y letra de la aplicación son de su agrado?

La respuesta

¿Está de acuerdo con la pantalla de inicio?

Sí

No

¿Del 1-5 que tan fácil le resultó entender la navegabilidad? siendo 1 muy fácil

1

2

3

4

5

¿Esta de acuerdo con la funcionalidad de módulo de configuración?

Sí

No

¿Le resultó fácil realizar oraciones?

Sí

No

Escriba alguna sugerencia u observación sobre la aplicación

La respuesta

Enviar

Nombre y correo electrónico en la Fundación de Hellen Keller

Figura 2.50: Encuesta prototipo 2.

2.3.3 Alta Fidelidad

La evaluación del prototipo de alta fidelidad fueron realizadas en las instalaciones de la Fundación Hellen Keller a dos terapeutas y la directora, para esto se utilizó las métricas HEART de Google las cuales fueron definidas anteriormente, para la Felicidad se realizó una encuesta de satisfacción sobre la aplicación como indica la Figura 2.51, para la Adopción mediremos el número de usuarios registrados a través de la consola de Firebase y por último la métrica de Tareas completadas se realizó un checklist para que cada terapeuta cumpla con su tarea (ver Figura 2.52).

Figura 2.51: Evaluación prototipo 3.

Listas de Tareas

- Inicio de sesión mediante cuenta de Google
- Realizar una sesión
- Ir al menú y buscar la opción de configuración
- Ingresar usuario y clave correctos
- Ingresar una categoría
- Ingresar una subcategoría
- Ingresar un elemento

Figura 2.52: Checklist de las Tareas Completadas.

2.4 TEST DE ACCESIBILIDAD

Algunas características de accesibilidad fueron incluidas en el desarrollo de la aplicación. Para esto, se tomaron como referencia las líneas de guía de accesibilidad en aplicaciones móviles propuestas por la W3C. Los principios de accesibilidad utilizados y las pautas aplicadas se describen a continuación.

❑ **Perceptibilidad**

Dimensiones pequeñas de pantalla: las características reducidas de pantalla limitan la cantidad de información que pueden estar contenidas en las vistas.

Contraste: los dispositivos móviles pueden ser usados en exteriores, por lo tanto es importante el uso correcto de contrastes para que la visualización del contenido no se vea afectada por fuentes externas de luz.

❑ **Operabilidad**

Control de dispositivos táctiles: la entrada de datos debe estar asistida con un teclado virtual en pantalla o permitir la conexión con teclados físicos externos.

Gestos de pantalla táctil: los gestos pueden ser simples como un toque del dedo sobre la pantalla o muy complejos conllevando la utilización de varios dedos o la movilización de varios movimientos.

❑ **Comprensibilidad**

Cambio de orientación de pantalla: los desarrolladores deberían asegurar facilidades para la lectura de contenido después de los cambios de orientación del dispositivo.

Layouts consistentes: todos los componentes deben estar basados en el tamaño del dispositivos n la orientación de la pantalla.

❑ **Robustez**

Métodos de entrada de datos: algunos dispositivos móviles permiten diferentes teclados virtuales dependiendo del tipo de dato de entrada. También se debe reducir la cantidad de datos de entrada mediante la utilización de otros elementos como radio-buttons, checkbox o tomando información directamente del teléfono.

Soporte para las características de la plataforma (Android): los dispositivos móviles proveen muchas características para que usuarios con limitaciones interactúen con el contenido, como por ejemplo, el zoom, utilización de scrolls y regulación de brillo en pantalla.

La prueba de accesibilidad se realizó en la pantalla de inicio y en la pantalla principal, como indican las siguientes Figuras 2.53, 2.54, 2.55.



Figura 2.53: Prueba de accesibilidad pantalla de inicio.



Figura 2.54: Prueba de accesibilidad pantalla principal.



Figura 2.55: Prueba de accesibilidad pantalla principal formar oraciones.

2.5 EVALUACIÓN MARS

Mobile Application Rating Scale (MARS) es una escala de clasificación y evaluación de la calidad de las aplicaciones en el ámbito de la salud [50]. MARS contiene cuatro categorías sobre la calidad objetiva las cuales son: compromiso, funcionalidad, estética y calidad de información. Y contiene una evaluación de la calidad subjetiva, cada una tiene una serie de preguntas que se evalúa desde 1 (inadecuado) hasta el 5 (excelente) [51].

Para la aplicación móvil PictoAutis se realizaron las pruebas MARS (ver Figura 2.56) con la ayuda de las terapeutas y la directora de la Fundación Hellen Keller, padres de familia, estudiantes de la Escuela Politécnica Nacional de la Facultad de Sistemas, Profesionales de la educación que han trabajado con personas autistas en Institutos de Educación regulares y finalmente por profesionales tanto en el área de sistemas como en el área de psicología.

EVALUACIÓN DE APLICACIONES MÓVILES

1. Información de la aplicación

Nombre de la aplicación:	APLICACIÓN MOVIL PARA MEJORAR LA COMUNICACIÓN EN PERSONAS AUTISTAS	
Requerimientos:	Registrarse	Si
	Especificar:	Tienda de aplicaciones
	Conexión a Internet	SI
Ambiente de prueba:	Marca de dispositivo:	Modelo:
Breve descripción: (min 3 - máx 7 líneas)	Aplicación móvil que permite a las personas con autismo formar oraciones a través de pictogramas los cuales tienen un texto asociado que posteriormente serán leídos por el dispositivo, también permite ingresar, actualizar y eliminar los pictogramas.	

Figura 2.56: Datos para la evaluación con MARS.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presenta las imágenes, gráficos y tablas relevantes de las pruebas realizadas a los prototipos de baja, media y alta fidelidad, los detalles de estas pruebas se podrán encontrar en la sección de anexos.

3.1 PROTOTIPO DE BAJA FIDELIDAD

3.1.1 Resultados

Como se mencionó anteriormente para realizar el Prototipo 1 se utilizó Balsamiq que además de permitir elaborar Mockups permite agregar navegabilidad a los componentes gráficos que están dentro de la pantalla del Mockup. En la Figura 3.1 se muestra el MockUp de la pantalla de login a la que se añadió navegabilidad en el botón de login para ir al MockUp de la pantalla principal.



Figura 3.1: Interfaz pantalla login.

Al realizar las pruebas del Prototipo de Baja Fidelidad, los terapeutas pudieron visualizar el diseño de la aplicación y navegar entre los componentes de las pantallas, teniendo una navegabilidad muy parecida a la real. Se obtuvo retroalimentación en relación con los colores, tipo de imágenes, cantidad de elementos. El diseño fue aprobado y las recomendaciones acogidas.

Para la evaluación se utilizó una encuesta la cual fue contestada de manera personal y verbal por la directora de la Fundación, se tomó nota de las respuestas.

Las respuestas que se obtuvieron de la encuesta mostrada en la Figura 2.48 fueron las siguientes:

¿La aplicación le parece útil para el grupo objetivo al que esta destinada?

Si, me parece una aplicación muy interesante que ayudará a los niños y jóvenes de nuestra fundación a comunicarse, ya que hasta ahora lo hacíamos mediante pictogramas hechos en cartulina y con un velcro para ir formando las peticiones.

¿Cree que con la aplicación las personas con TEA mejoren las competencias de comunicación?

Claro, es más fácil llevar un celular o una tablet a cualquier lugar que llevar un cuadernillo de pictograma, de esta manera será más fácil que las personas con TEA puedan pedir algo o decir cómo se sienten.

¿Le parece correcta la disposición de los componentes gráficos?

Si, me gusta cómo se ve la pantalla, se ve bien distribuida y los tamaños de los botones están bien.

¿Le parece correcta la navegación entre los componentes de la aplicación?

Si, aunque no realiza ninguna operación pude ir de pantalla en pantalla con los botones así q tengo una idea clara de cómo va a ir la aplicación.

¿Los colores de la aplicación son correctos para el grupo objetivo al cual va dirigida?

En la elección de colores no hay problema ya que no hay alguna restricción en cuanto al grupo al cual va dirigida la aplicación.

¿Le resultó fácil entender el objetivo de la aplicación?

Si, el nombre de la aplicación ayuda a entender de que se trata y con los pictogramas y el botón de sonido se puede apreciar q va a hablar.

¿Considera útil el ingreso a configuraciones con un usuario y clave?

Si, porque este modulo debería ser solamente para los padres y terapeutas, así no s evitamos q algo sea dañado por equivocación.

- ❑ **Indique alguna sugerencia para mejorar el diseño o funcionalidad de la aplicación.**

La aplicación es clara pero podría mejorar o ser más fácil si en la parte izquierda de la pantalla se muestre los 5 elementos más utilizados, también sería interesante que venga cargada con 6 categorías que son las que más se utiliza en el inicio del proceso de aprendizaje, esas categorías iremos definiendo en el transcurso del proyecto.

3.1.2 Discusión

Las terapeutas estuvieron interesadas en el trabajo presentado, a pesar que eran Mockups pudieron apreciar un diseño que se apegaba al real, hubo una buena comprensión del objetivo de la aplicación y se hizo fácil navegar entre los componentes de los Mockups, pudieron relacionar la idea del producto final mediante el primer prototipo.

La reunión con la Directora de la Fundación fue satisfactoria el diseño del prototipo fue aprobado ya que obtuvo retroalimentación y algunas recomendaciones que se tomó en cuenta para el siguiente prototipo. En el Anexo se muestra la carta de aceptación del prototipo 1 firmada por la MSc. Verónica García.

3.2 PROTOTIPO DE MEDIANA FIDELIDAD

3.2.1 Resultados

La directora de la Fundación evaluó el prototipo, y luego contestó las preguntas de la encuesta que se realizó en esta evaluación, las cuales fueron respondidas de manera de manera personal y verbal, se tomó notas de las respuestas.

Las respuestas que se obtuvo de las preguntas realizadas en la encuesta mostrada en la Figura 2.50 fueron las siguientes:

- ❑ **¿El diseño de la aplicación es de su agrado?**

Si, pero sería mejor q los botones sean claros, por ejemplo el botón de la cámara y el de hacer oraciones.

- ❑ **¿Los colores botones, fondo y letra de la aplicación son de su agrado?**

Si, los colores están muy bien el blanco del fondo de pantalla permite que los otros componentes destaque, me gusta el contraste entre el color principal y el de los botones.

¿Está de acuerdo con la pantalla de inicio?

Si, el logo se ve atractivo y da información clara del objetivo de la aplicación.

¿Del 1-5 que tan fácil le resultó entender la navegabilidad? siendo 1 muy fácil

Resultó muy fácil, sin embargo para las personas q están iniciando el proceso de aprendizaje va a ser muy complicado

¿Esta de acuerdo con la funcionalidad de módulo de configuración? Si, el módulo de configuración resulta fácil entenderlo y cumple con su propósito.

¿Le resultó fácil realizar oraciones? Es fácil pero puede mejorar haciendo algunos cambios, para q a las personas con TEA les resulte más fácil

Al evaluar este prototipo las terapeutas aceptaron el diseño y el objetivo de la aplicación, sin embargo notaron que la navegabilidad estaba muy complicada para las personas que están iniciando el proceso de aprendizaje por lo que pidieron algunos cambios que se listan a continuación.

Para hacer oraciones la pantalla que se mostrará es la de categorías.

Cada categoría deberá tener vinculada una acción; quiero, voy, estoy.

Una vez elegida la Categoría pasará a una pantalla en la que la parte superior se encuentran las subcategorías y la inferior los pictogramas YO y una imagen relacionada a la acción.

Elige la subcategoría, pasa a elementos y lo elige y pasa a pantalla con YO más el pictograma de la acción más el pictograma de elemento.

En la Figura 3.2 se muestra la pantalla a la que se dirige una vez elegida la categoría.

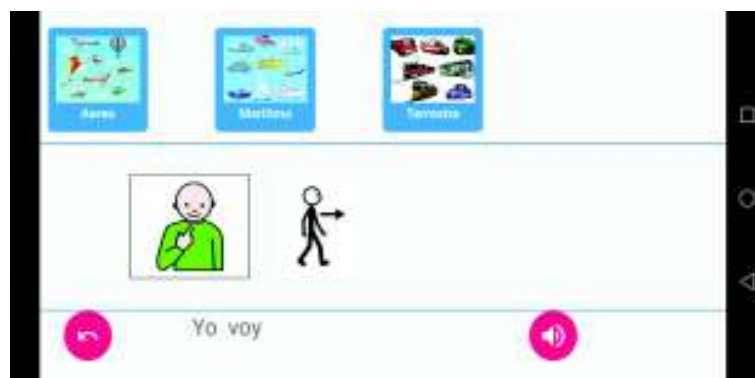


Figura 3.2: Interfaz subcategorías pantalla principal.

3.2.2 Discusión

Una vez realizados los cambios pedidos se presentó la versión 2 del prototipo de mediana fidelidad, las terapeutas estuvieron conformes con el producto entregado.

Al realizar las pruebas les resultó fácil entender la navegabilidad y el objetivo de la aplicación, para esto se les pidió que formen una oración y pudieron hacerlo sin ningún inconveniente.

El diseño fue de su agrado, sin embargo sugirieron algunos cambios, comprobaron que las categorías pedidas estuvieran cargadas en la aplicación, en el módulo de configuración les resultó fácil entender cómo se ingresarán las nuevas categorías, subcategorías o elementos.

Los comentarios y sugerencias realizados son referentes a la parte de diseño, los iconos de los botones deberían ser más concisos, debe ser fácil saber para qué sirve cada botón, estos cambios se tomaron en cuenta para el prototipo de alta fidelidad.

3.3 PROTOTIPO DE ALTA FIDELIDAD

3.3.1 Resultados

La evaluación del prototipo de alta fidelidad tanto de las métricas de la felicidad como de las tareas completadas la realizaron dos terapeutas y la directora de la Fundación, para esto se les dio una explicación previa

3.3.1.1 Métrica de la felicidad

Una vez terminadas las pruebas se realizó a las terapeutas una encuesta para saber el nivel de satisfacción al utilizar la aplicación PictoAutis. A continuación se detalla los resultados obtenidos.

¿Cuál es la complejidad del uso de la aplicación?

La complejidad para entender y utilizar la aplicación es 1.

¿La navegabilidad entre pantallas, es adecuado?

Si, la navegabilidad es adecuada y fácil de entender.

¿Qué tan sencillos de entender son los botones, iconos en la aplicación?

Entender la acción de los botones es clara en su mayoría, 2

¿Complejidad al registrar una nueva categoría, subcategoría o elemento?

Sencilla, pero necesita algún tipo de ayuda, 2

¿El diseño, colores de la aplicación móvil es adecuado?

Si, es el adecuado

¿El logo y la marca de PictoAutis expresan el objetivo de la aplicación?

Si, el nombre expresa el objetivo de la aplicación y el logo el grupo al que va dirigido

¿Esta aplicación podrá ser usada para mejorar la comunicación en personas con TEA?

Si

En la Tabla 3.1 se muestra el resumen de las respuestas de la encuesta.

Tabla 3.1: Resumen de la encuesta de satisfacción del prototipo de alta fidelidad.

Id Pregunta	Terapeuta 1	Terapeuta-2	Directora
E-1	1	1	2
E-2	SI	SI	SI
E-3	2	2	1
E-4	2	1	3
E-5	SI	SI	SI
E-6	SI	SI	SI
E-7	SI	SI	SI

3.3.1.2 Adopción

Con la ayuda de la herramienta de Analytics de Firebase se pudo monitorear en un periodo de tiempo cuantos usuarios iniciaron sesión, cuantos usuarios están activos, las pantallas que más frecuentan y el tiempo en el que se demoran. En la figura 3.3 se observa el Dashboard de esta herramienta.



Figura 3.3: Dashboard de Analytics de Firebase.

3.3.1.3 Tareas completadas

Para la evaluación de tareas completadas se utilizó una lista de tareas que se encuentra en la Figura 2.52 son 7 tareas fáciles que consisten en inicio de sesión, ingresar al módulo de configuración e ingresar una categoría, subcategoría y elemento, esta evaluación fue realizada a la Directora de la fundación Helen Keller. En la Tabla 3.2 se encuentra el promedio de las tres evaluaciones realizadas.

Tabla 3.2: Resumen de la evaluación de tareas completadas.

Id Tarea	Tarea	Eficacia	Errores
T-1	Inicio de sesión mediante cuenta de Google	5	0
T-2	Realizar una oración	5	0
T-3	Ir al menú y buscar la opción de configuración	5	0
T-4	Ingresar usuario y clave correctos	5	1
T-5	Ingresar una categoría	5	1
T-6	Ingresar una subcategoría	5	0
T-7	Ingresar un elemento	5	0

3.3.1.4 Evaluación MARS

Para evaluar el prototipo de alta fidelidad se realizaron las pruebas MARS. Estas pruebas se realizaron en colaboración de las terapeutas y directora de la institución, testers de Ingeniería de Sistemas de la Escuela Politécnica Nacional (EPN), Ingenieros de Sistemas, Psicólogas y Educadoras de instituciones de educación regular que han trabajado con personas con TEA. En la Tabla 3.3 se muestra el resumen de los resultados de la evaluación MARS, realizada a las terapeutas.

Tabla 3.3: Resumen de la evaluación MARS realizada a terapeutas de la Fundación Helen Keller.

Evaluador Terapeutas	Atractivo	Funcionalidad	Estética	Información	TOTAL	*Subjetiva
Verónica García	4,6	4,25	4,67	4,43	4,49	4,75
Jaqueline Santillán	4,6	4,25	4,33	4,14	4,33	4,75
Andrea Tacuri	4,4	4,5	4	4,29	4,30	4,75

Para la evaluación de este prototipo se contó con siete testers de la En la Tabla 3.4 se muestra el resumen de los resultados de la evaluación MARS realizada a testers de la EPN.

Tabla 3.4: Resumen de la evaluación MARS realizada a testers de la EPN.

Evaluador Estudiantes EPN	Atractivo	Funcionalidad	Estética	Información	TOTAL	*Subjetiva
Daniel Ochoa	3,6	2,75	3,67	2,86	3,22	3,75
David Paredes	4,2	4	3,67	3,29	3,79	3,75
Ana Castillo	3,8	4	3,67	3,29	3,69	4,00
Soledad Gallardo	3,6	4,5	5	3,86	4,24	5,00
Jonathan Páez	2,2	4	2,67	2,86	2,93	3,00
Leonardo Gómez	3,8	4,5	3,33	4,14	3,94	4,00
Edison Almeida	4	4,25	3,66	4	3,98	4,00

En la Tabla 3.5 se muestra el resumen de los resultados de la evaluación realizada por cuatro ingenieros en Sistemas. En la Tabla 3.6 el resultado de las evaluaciones de una Psicóloga y dos profesionales de la educación.

Tabla 3.5: Resumen de la evaluación MARS realizada a ingenieros de Sistemas.

Evaluador Ingenieros en Sistemas	Atractivo	Funcionalidad	Estética	Información	TOTAL	*Subjetiva
Pablo Guachamin	3,00	3,75	3,00	3,14	3,22	4,50
Iliana Carvajal	2,20	4,00	2,67	2,86	2,93	3,00
Xavier Salazar	4,20	3,50	3,00	3,43	3,53	3,75
Jésica Morales	3,20	3,50	4,00	3,71	3,60	4,00

Tabla 3.6: Resumen de la evaluación MARS realizada a psicólogos y profesores.

Evaluador Psicólogos y Educadores	Atractivo	Funcionalidad	Estética	Información	TOTAL	*Subjetiva
Estefanía Espinosa	4,00	4,00	4,33	3,43	3,94	4,25
Erika Cumbicus	4,00	4,25	4,00	4,00	4,06	4,50
Katy Gómez	4,20	4,50	4,33	3,86	4,22	4,25

En la Tabla 3.7 se muestra el resumen de las evaluaciones realizadas a tres padres de familia.

Tabla 3.7: Resumen de la evaluación MARS realizada a padres de familia.

Evaluador Padre de Familia	Atractivo	Funcionalidad	Estética	Información	TOTAL	*Subjetiva
José Unda	3,6	4,5	5	3,86	4,24	4,5
Michelle Guerrero	3,8	4,75	4,67	4,14	4,34	4,5
Santiago Cevallos	3,6	4,5	4	4,14	4,06	4,5

La Tabla 3.8 muestra el resumen de la evaluación según cada tipo de evaluador.

Tabla 3.8: Resumen de la evaluación según el tipo de evaluado.

Tipo de evaluador	Atractivo	Funcionalidad	Estética	Información	* Subjetiva
Terapeutas	4,6	4,25	4,33	4,14	4,75
Estudiantes	3,7	4	3,67	3,29	3,75
Ingenieros	3,1	3,63	3	3,29	3,88
Padres de familia	3,6	4,5	4,67	4,14	4,5
Psicólogos y Profesionales	4	4,25	4,33	3,86	4,25
PROMEDIO	3,6	4,25	4,33	4,14	4,5

3.3.2 Discusión

Los resultados obtenidos tanto en la evaluación HEART de Google como la evaluación en MARS fueron satisfactorios la aplicación no requirió ningún cambio, tanto la funcionalidad como el diseño fueron aprobados.

En la Evaluación de las Métricas de HEART elegidas dieron resultados satisfactorios, En la encuesta de satisfacción de la aplicación se mostró la aprobación y el agrado de las terapeutas tanto en el diseño de la aplicación como en la funcionalidad, la facilidad en la navegabilidad y la claridad para mostrar el objetivo de la aplicación fue un factor importante para la aprobación del prototipo.

La lista de tareas aprobadas mostró que la aplicación es fácil de usar, las terapeutas pudieron completar las tareas de forma correcta.

En la evaluación MARS se obtuvo un promedio de 4,20 sobre 5 puntos, en cada categoría se obtuvo un promedio superior a 3 puntos, mostrando que la aplicación satisface las necesidades del grupo objetivo al que va dirigido.

La aplicación les resultó atractiva y agradable, el contraste de colores y la disposición de

los elementos llamó la atención de los evaluadores, en esta característica se obtuvo un promedio de 4,33 puntos.

Al evaluar la categoría de la información se obtuvo 4,14 puntos, los componentes son claros y se puede encontrar información de la aplicación y que proviene de una fuente confiable.

Con los resultados obtenidos en este prototipo se tomó en cuenta las recomendaciones y observaciones realizadas para realizar cambios para la entrega del producto final.

El acta de aprobación de este prototipo se encuentra en el Anexo

3.4 TEST DE ACCESIBILIDAD

3.4.1 Resultados

Para las pruebas de accesibilidad se usó la herramienta de pruebas de accesibilidad de Google. Esta herramienta sugiere las posibilidades para mejorar la accesibilidad en las diferentes pantallas de la aplicación en Android. Se realizó la prueba en tres pantallas, la pantalla de inicio, la pantalla principal, y la pantalla principal donde se forman las oraciones. Estos resultados se los puede observar en las Figuras 2.53, 2.54, 2.55.

3.4.2 Discusión

En la Figura 2.53 el resultado de la evaluación sugiere que el botón de iniciar sesión podría ser más grande.

Para la Figura 2.54 se puede utilizar un contraste de texto entre el fondo el texto.

En la parte de la pantalla principal para formar las oraciones como muestra la Figura 2.55 se sugiere usar una etiqueta para el pictograma Yo para que el lector lo pueda leer.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- ❑ Para la realización del presente proyecto de titulación, fue importante una investigación previa sobre el autismo, permitiendo recopilar toda la información necesaria para el desarrollo del prototipo uno y delimitando los objetivos y el alcance del proyecto y solventando las dudas existentes para la realización del mismo.

- ❑ La evaluación de los prototipos mostró que tres interfaces son insuficientes para que la aplicación cumpla los objetivos, por tal motivo se incrementó a 10 interfaces, esto permite que la aplicación tenga un módulo de configuración.

- ❑ Las TIC son una herramienta propuesta con grandes alternativas para las personas con TEA orientadas a diferentes ámbitos, especialmente en el desarrollo del aprendizaje y la comunicación; con la implementación de pictogramas dentro de la aplicación se verifica que la estimulación a las personas con TEA tenga un apoyo especialmente en la parte visual, para un desarrollo progresivo en el lenguaje de la comunicación con sus terapeutas y padres de familia.

- ❑ La combinación de las metodologías experiencia de usuario y prototipado permitieron tener éxito en el desarrollo de la aplicación ya que la herramienta UX se enfoca en las necesidades del usuario y esto permite que en cada evaluación de los prototipos se pueda obtener una retroalimentación para mejorar el producto en cada etapa del desarrollo.

4.2 RECOMENDACIONES

- ❑ Es importante tomar en cuenta que a pesar de que las TIC son una gran ventaja y ayuda para las personas con TEA, también se vuelve peligrosa ya que puede generar una adicción al aparato tecnológico. Por esta razón se debe complementar el uso de esta aplicación con otros materiales didácticos que ayuden a la estimulación en el aprendizaje, sin llegar a sustituir la presencia física de los terapeutas o padres de familia y recordar que las personas con TEA son heterogéneas, no existe un caso igual a otro.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Organización Mundial de la Salud, «Informe mundial sobre la discapacidad», *OMS*, pág. 388, 2011. dirección: http://www.who.int/disabilities/world%7B%5C_%7Dreport/2011/en/index.html.
- [2] World Health Organization, «Autism spectrum disorders», *WHO*, 2017. dirección: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/autism-spectrum-disorders/en/>.
- [3] C. López, «Autismo en Ecuador: Un grupo social en espera de atención», en *Revista Ecuatoriana de Neurología*, vol. 26, 2017, págs. 203-214. dirección: <http://cafder.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2017/09/Autismo-en-Ecuador-CATALINA-LOPEZ.pdf>.
- [4] Consejo Cantonal de Protección Integral de Derechos de Guayaquil, «Boletín Informativo Abril 2018», Guayaquil, inf. téc., 2018, pág. 12. dirección: <http://www.ccpidguayaquil.gob.ec/uploads/boletines/140518boletinabril.pdf>.
- [5] Ministerio de Salud Pública, «Trastornos del espectro autista en niños y adolescentes: detección, diagnóstico, tratamiento, rehabilitación y seguimiento», pág. 88, 2017. dirección: <http://sakud.gob.ec>.
- [6] S. Khan, M. Tahir y A. Raza, «Usability issues for smartphone users with special needs-Autism», *Open Source Systems and Technologies (ICOSST), 2013 International Conference on*, págs. 107-113, 2013. DOI: 10.1109/ICOSST.2013.6720615.
- [7] Association American Psychiatric, *Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales*, 5ta ed. España: Editorial Médica Panamericana, 2014, pág. 996, ISBN: 978-84-206-6941-0.
- [8] Ministerio Social de Sanidad y Política, *Guía de Práctica Clínica para el Manejo de Pacientes con Ictus en Atención Primaria*. Madrid, 2009, págs. 21-27, ISBN: 978-84-451-3293-7. DOI: 978-84-451-3293-7. dirección: http://www.guiasalud.es/GPC/GPC%7B%5C_%7D466%7B%5C_%7DIctus%7B%5C_%7DAP%7B%5C_%7DLain%7B%5C_%7DEntr%7B%5C_%7Dcompl.pdf.

- [9] L. Wing, *El autismo en niños y adultos*, 1ra ed. Barcelona: Ediciones Padiós Ibérica, 1998, págs. 48-118, ISBN: 84-493-0571-3.
- [10] D. Cabielles, J. Perez, M. Paule y S. Fernandez, «Specialized Intervention Using Tablet Devices for Communication Deficits in Children with Autism Spectrum Disorders», *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 10, n.º 2, págs. 182-193, 2017, ISSN: 19391382. DOI: 10.1109/TLT.2016.2559482.
- [11] The Statistics Portal, *Number of apps in leading app stores 2018 | Statista*, 2018. dirección: <https://www.statista.com/statistics/276623/number-of-apps-available-in-leading-app-stores/> (visitado 07-08-2018).
- [12] Moon Technolabs, *Apple Vs Android. A comparative study 2017*, 2017. dirección: <https://android.jlelse.eu/apple-vs-android-a-comparative-study-2017-c5799a0a1683> (visitado 07-08-2018).
- [13] Online Etymology Dictionary, *Origin and meaning of autism*, 2008. dirección: <https://www.etymonline.com/word/autism> (visitado 15-08-2018).
- [14] El Cisne, *Guía sobre autismo para padres y profesionales: signos, diagnósticos y tratamientos*. dirección: <https://elcisne.org/guia-sobre-autismo-para-padres-y-profesionales-signos-diagnosticos-y-tratamientos/> (visitado 29-08-2018).
- [15] S. Goldstein y J. Naglieri, *Interventions for Autism Spectrum Disorders*. USA: Springer, 2013, ISBN: 9781461453000. DOI: 10.1007/978-1-4614-5301-7.
- [16] M. Paluszny, *Autismo - Guía práctica para padres y profesionales*, 1ra ed. México: Alianza Editorial, 1995, pág. 213, ISBN: 968-24-2165-9. dirección: <http://sid.usal.es/libros/discapacidad/10593/8-1/autismo-guia-practica-para-padres-y-profesionales.aspx>.
- [17] S. Baron-Cohen y P. Bolton, *Autismo - Una guía para padres*, 1ra ed. Madrid: Alianza Editorial, 1998, pág. 150, ISBN: 84-206-5728-X.
- [18] J. Kientz, G. Hayes, T. Westeyn, T. Starner y G. Abowd, «Pervasive Computing and Autism: Assisting Caregivers of Children with Special Needs», *IEEE Pervasive Computing*, vol. 6, n.º 1, págs. 28-35, 2007, ISSN: 1536-1268. DOI: 10.1109/MPRV.2007.18. dirección: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=4101139>.
- [19] D. Ennis-Cole, *Technology for Learners with Autism Spectrum Disorders*. USA: Springer, 2015, págs. 1, 41-70, ISBN: 9783319059808. DOI: 10.1007/978-3-319-05981-5. dirección: <https://www.springer.com/la/book/9783319059808>.

- [20] A. Hervás, M. Maristany, M. Salgado y L. Sanchez, «Los Trastornos Del Espectro Autista», *Pediatría Integral*, vol. 16, n.º 10, págs. 780-794, 2012. dirección: <http://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2012/xvi10/04/780-794%20T.autism.pdf>.
- [21] M. Vázquez, «La atención educativa de los alumnos con trastornos del espectro autista», pág. 235, 2015. dirección: http://www.educacionespecial.sep.gob.mx/pdf/doctos/2Academicos/13Libro%7B%5C_%7DAutismo.pdf%7B%5C%7D0Ahttp://www.educacionespecial.sep.gob.mx/2016/pdf/discapacidad/Documentos/Atencion%7B%5C_%7Deducativa/TEA/1Libro%7B%5C_%7DAutismo.pdf.
- [22] J. Corbin, *Los 4 tipos de Autismo y sus características*. dirección: <https://psicologiyamente.com/clinica/tipos-autismo> (visitado 26-09-2018).
- [23] M. Lauritsen, «Autism spectrum disorders», *European Child & Adolescent Psychiatry*, vol. 22, n.º S1, págs. 37-42, 2013. DOI: 10.1007/s00787-012-0359-5. dirección: <http://link.springer.com/10.1007/s00787-012-0359-5>.
- [24] C. Johnson y S. Myers, «Identification and Evaluation of Children With Autism Spectrum Disorders», *Pediatrics*, vol. 120, n.º 5, págs. 1183-1215, 2007. DOI: 10.1542/peds.2007-2361. dirección: <http://pediatrics.aappublications.org/cgi/doi/10.1542/peds.2007-2361>.
- [25] National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, «Problemas de comunicación en los niños», *NIDCD*, 2012.
- [26] Universidad Internacional de Valencia - VIU, *El uso de TICs en escolares diagnosticados de autismo*. dirección: <https://www.universidadviu.com/el-uso-de-tics-en-escolares-diagnosticados-de-autismo/?fbclid=IwAR2jiUYiRp0YHxB6uSa6vrKEaCjJ6hsyj6hIURWomc0kL5pOXSRycjdPczE> (visitado 08-03-2019).
- [27] M. Hassenzahl y N. Tractinsky, «User experience - a research agenda», *Behaviour & Information Technology*, vol. 25, n.º 2, págs. 91-97, 2006. DOI: 10.1080/01449290500330331. eprint: <https://doi.org/10.1080/01449290500330331>. dirección: <https://doi.org/10.1080/01449290500330331>.
- [28] R. Y. Torregrosa, «Análisis y diseño de interfaces centrado en la UX», Tesis doct., Universidad de Alicante, 2017, págs. 1-123.
- [29] C. Wilson, «User Experience Re-Mastered», *User Experience Re-Mastered*, 2010. DOI: 10.1016/C2009-0-20682-9.

- [30] ISO, *ISO 9241-210:2010 Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems*, 2010. dirección: <https://www.iso.org/obp/ui/%7B%5C#%7Diso:std:52075:en>.
- [31] J. Garrett, *The elements of user experience*, Second, 5. Thousand Oaks: New Riders, 2011, vol. 10, pág. 49, ISBN: 9780321683687. DOI: 10.1145/889692.889709. dirección: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=889692.889709>.
- [32] J. Rudd, K. Stern y S. Isensee, «Low vs. high-fidelity prototyping debate», *Interactions*, vol. 3, n.º 1, págs. 76-85, ene. de 1996, ISSN: 10725520. DOI: 10.1145/223500.223514. dirección: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=223500.223514>.
- [33] T. Granollers, «MODELO DE PROCESO DE LA INGENIERIA DE LA USABILIDAD Y DE LA ACCESIBILIDAD», Tesis doct., Universitat de Lleida, 2004.
- [34] Balsamiq Company, *Balsamiq Mockups 3 Application Overview - Balsamiq for Desktop Documentation | Balsamiq*. dirección: <https://balsamiq.com/wireframes/desktop/docs/overview/> (visitado 04-02-2019).
- [35] GitLab, *GitLab*. dirección: <https://about.gitlab.com/> (visitado 04-02-2019).
- [36] Material Design, *Homepage - Material Design*. dirección: <https://material.io/> (visitado 04-02-2019).
- [37] Android Developers, *Android Studio features*. dirección: <https://developer.android.com/studio/features/> (visitado 04-02-2019).
- [38] Firebase, *Firebase Realtime Database*. dirección: https://firebase.google.com/docs/database/?gclid=CjwKCAiA4t%7B%5C_%7DiBRAPeIwAn-vt-8abzvKOe-%7B%5C_%7DwJd1hkNnQG%7B%5C_%7Dey-GImKiCneG2Qd2TMEbF%7B%5C_%7DfnkWP0%7B%5C_%7DJIRoCVOWQAvD%7B%5C_%7DBwE (visitado 04-02-2019).
- [39] Humanizing Interaction, *UX Design Defined*. dirección: <http://uxdesign.com/ux-defined> (visitado 07-08-2018).
- [40] P. Petit, *UXmatters - Glossary*, 2005. dirección: <https://www.uxmatters.com/glossary/> (visitado 07-08-2018).
- [41] P. Gualotuña, «Integración de UXD (User Experience Design) con una metodología ágil de desarrollo de software, aplicada a un caso de estudio», 2013. dirección: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6688>.

- [42] Interaction Design Foundation, *Google's HEART Framework for Measuring UX*. dirección: <https://www.interaction-design.org/literature/article/google-s-heart-framework-for-measuring-ux> (visitado 18-05-2019).
- [43] CleverTap, *How to Use the Google HEART Framework to Measure and Improve Your App's UX*, 2018. dirección: <https://clevertap.com/blog/google-heart-framework/> (visitado 18-05-2019).
- [44] K. Rodden, H. Hutchinson y X. Fu, «Measuring the User Experience on a Large Scale: User-Centered Metrics for Web Applications», *Proceedings of CHI 2010*, vol. 1-4, págs. 2395-2398, 2010. dirección: <https://ai.google/research/pubs/pub36299>.
- [45] Universidad ICESI, *SRS/ERS Especificación de requerimientos de software*. dirección: http://www.icesi.edu.co/departamentos/tecnologias%7B%5C_%7Dinformacion%7B%5C_%7Dcomunicaciones/proyectos/lisa/home/analisis/srs/srs?fbclid=IwAR00HGrLbvC-A9sUcK%7B%5C_%7DdocN7bOZZFjghZOS31z7z0FMI78qg5zbBh0R1r4J0 (visitado 20-05-2019).
- [46] R. Monferrer, «Especificación de Requisitos Software según el estándar de IEEE 830», *Especificación de Requisitos Software según el estándar de IEEE 830*, pág. 19, 2000. dirección: <http://textos.pucp.edu.pe/pdf/3134.pdf>.
- [47] L. Alperowitz, A. Weintraud, S. Kofler y B. Bruegge, «Continuous Prototyping», *Proceedings - 2017 IEEE/ACM 3rd International Workshop on Rapid Continuous Software Engineering, RCoSE 2017*, págs. 36-42, 2017. DOI: 10.1109/RCoSE.2017.7.
- [48] A. Wong y D. Yeung, «A Proposed Model for Developing Distributed Programs by Prototyping», *IEEE*, vol. 4, n.º 852, págs. 4878-4883, 1998.
- [49] J. Welsh, J. Saultz, M. Richards y R. Reitmeyer, «Rapid prototyping of application-specific signal processors (RASSP)», *AIAA/IEEE Digital Avionics Systems Conference. 13th DASC*, n.º Mmc, págs. 432-437, 1994, ISSN: 0922-5773. DOI: 10.1109/DASC.1994.369445. dirección: <http://ieeexplore.ieee.org/document/369445/>.
- [50] S. Stoyanov, L. Hides, D. Kavanagh, O. Zelenko, D. Tjondronegoro y M. Mani, «Mobile app rating scale: a new tool for assessing the quality of health mobile apps.», *JMIR mHealth and uHealth*, vol. 3, n.º 1, e27, 2015, ISSN: 2291-5222. DOI: 10.2196/mhealth.3422. dirección: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25760773%7B%5C%7D0Ahttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4376132>.

- [51] S. Baptista, B. Oldenburg y A. Oñeil, «Development and Validation of the User Version of the Mobile Application Rating Scale (uMARS).», *JMIR mHealth and uHealth*, vol. 5, n.º 6, e16, 2017. DOI: 10.2196/mhealth.6419.

6 ANEXOS

6.1 DOCUMENTOS GENERADOS

6.1.1 Prototipo de baja fidelidad

6.1.1.1 Encuesta de satisfacción

6.1.1.2 Acta de aceptación

6.1.2 Prototipo de media fidelidad

6.1.2.1 Encuesta de satisfacción

6.1.2.2 Acta de aceptación

6.1.3 Prototipo de alta fidelidad

6.1.3.1 Encuesta de satisfacción

6.1.3.2 Lista de tareas

6.1.3.3 Evaluación MARS

6.1.3.4 Acta de aceptación

6.2 CÓDIGO FUENTE

6.2.1 Aplicación móvil