



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS

Trabajo de fin de carrera titulado:

"Evaluación de aplicaciones de realidad aumentada para el tratamiento de niños y niñas con trastorno del espectro autista, basado en el estándar ISO/IEC 25010"

Realizado por:

Jorge Alberto Ramón Bedoya

Director del proyecto:

Msc. Mónica Romero Pazmiño

Como requisito para la obtención del título de:

**MAGISTER EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN CON MENCIÓN EN
SEGURIDAD DE REDES Y COMUNICACIÓN**

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, JORGE ALBERTO RAMÓN BEDOYA, con cédula de identidad 1721453528, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

JORGE ALBERTO RAMÓN BEDOYA

C.C.:1721453528

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

Mónica Romero Pazmiño

Magister en Evaluación y Auditoría de Sistemas

CC: 0201615572

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores informantes:

CRISTHIAN DAVID PAZMINO FLORES

DIEGO RÍOFRIO LUZCANDO

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado
como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador.

Ing. Cristhian D. Pazmiño Flores

Ing. Diego Ríofrio Luzcando

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

JORGE ALBERTO RAMÓN BEDOYA

C.C.: 1721453528

Índice de contenido

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 PREFACIO.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1 Diagnóstico del Problema	6
1.2.2 Pronóstico del Problema.....	7
1.2.3 Control del Problema.....	7
1.2.4 Formulación del Problema	7
1.3 OBJETIVOS.....	7
1.3.1 Objetivo General	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	8
CAPÍTULO II	10
MARCO TEÓRICO	10
2.1 TRASTORNO DE ESPECTRO AUTISMO.....	10
2.2.1 Definición Autismo	10
2.2.2 Características del Autismo.....	11
2.2.3 Intervención educativa con niños TEA	11
2.2.4 Tecnologías de la información y comunicación.....	12
2.2 REALIDAD AUMENTADA:.....	12
2.2.1 Concepto.....	12
2.2.2 Características Realidad Aumentada.....	12
2.2.3 Aplicaciones de realidad aumentada	14
2.3 MODELOS DE CALIDAD DE SOFTWARE.....	16
2.3.1 ISO/IEC 25010.....	18
2.3.1.1 Usabilidad.....	21
2.3.1.1.1 Usabilidad como proceso	21
2.3.1.1.2 Usabilidad como producto.....	21
2.3.2 Métricas para evaluar usabilidad.....	22
2.3.2.1 Métricas para evaluar usabilidad como proceso.....	22
2.3.3 Métricas para evaluar usabilidad como producto	22
2.3.4 ISO/IEC TR 29138.....	23

2.4 ESTADO DEL ARTE	24
2.3.5 Exclusión de Aplicaciones	30
CAPÍTULO III	32
MÉTODO.....	32
3.1 TIPO DE ESTUDIO.....	32
3.1.1 Exploratorio.....	32
3.1.2 Descriptivo	32
3.2 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN	33
3.3 MÉTODO.....	33
3.4 POBLACIÓN	33
3.5 INSTRUMENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
3.6 ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
3.7 SELECCIÓN DE INFORMANTES	35
CAPÍTULO IV	38
RESULTADOS	38
4.1 FASE 1: EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS APLICACIONES CON REALIDAD A UTILIZAR	38
4.1.1 Participantes	38
4.1.2 Procedimiento.....	38
4.1.3 Evaluación de Usabilidad de aplicaciones con RA	38
4.2 FASE 2: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PREVIA AL USO DE LAS APLICACIONES POR EL PACIENTE	45
4.2.1 Participantes	45
4.2.2 Procedimiento.....	45
4.2.2.1 Escala abreviada del desarrollo	45
4.2.2.2 Principales deficiencias de niños con TEA	46
4.2.2.2.1 Comunicación no verbal.....	46
4.2.2.2.2 Interacción Social	47
4.2.2.2.3 Actividades Repetitivas	47
4.3 FASE 3: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN POSTERIOR AL USO DE LAS APLICACIONES POR EL PACIENTE	47
4.3.1 Participantes	47
4.3.2 Procedimiento.....	47
4.4 ENTREVISTAS DE EVALUACIÓN.....	48
4.4.1 Entrevista de conducta y emociones.....	49

4.4.2	Entrevista de interacción con las aplicaciones	49
4.4.3	Entrevista de Plan Curricular.....	49
4.5	MATRICES DE EVALUACIÓN	49
4.5.1	Matriz de conducta y emociones	50
4.5.2	Matriz de interacción con las aplicaciones.....	50
4.5.3	Matriz de Plan Curricular	51
4.6	CASO DE ESTUDIO	51
4.6.1	Plan de Trabajo.....	53
4.6.1.1	Características generales	54
4.6.1.2	Componentes Básicos.....	54
4.6.1.3	Procedimiento de Caso de Estudio	55
4.6.1.3.1	Sesión 1	55
4.6.1.3.2	Sesión 2	56
4.6.1.3.3	Sesión 3	57
4.6.1.3.4	Sesión 4	58
4.6.2	Evaluación del caso de estudio.....	60
4.6.3	Resultados del caso de estudio	60
4.6.3.1	Resultados de entrevistas de emociones y conductas	60
4.6.3.2	Resultados de entrevistas de Interacción con las aplicaciones	62
4.6.3.3	Resultados de Plan Curricular	66
CAPÍTULO V		70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		70
5.1	CONCLUSIONES.....	70
5.2	RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA:.....		74
ANEXO A:		78
PICTOGRAMAS DE APLICACIÓN AR ANIMALS		78
ANEXO B:		81
PICTOGRAMAS DE APLICACIÓN AR ANIMALS		81
ANEXO C:		85
CONSENTIMIENTO INFORMADO.....		85
ANEXO D:		86
ESCALA ABREVIADA DE DESARROLLO DR. NELSON PINILLA		86
ANEXO E:		87

EVALUACIÓN DE “V” ESCALA ABREVIADA DE DESARROLLO	87
ANEXO F:.....	91
ENTREVISTA DE CONDUCTA Y EMOCIONES.....	91
ANEXO G:	94
ENTREVISTA DE INTERACCIÓN CON LAS APLICACIONES	94
ANEXO H:	96
ENTREVISTA DE PLAN CURRICULAR.....	96
ANEXO I:	99
INFORME PSICOLÓGICO.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuestionario para identificación de TEA	2
Tabla 2. Criterios para el diagnóstico del TEA	3
Tabla 3. ISO 9196 vs ISO 25010	18
Tabla 4. Usabilidad como proceso vs Usabilidad como producto	22
Tabla 5. Métricas de usabilidad como proceso ISO 25022	22
Tabla 6. Métricas de Usabilidad como producto ISO 25023	23
Tabla 7. Selección de Artículos para el estado del Arte.....	25
Tabla 8. Artículos representativos en la investigación.....	25
Tabla 9. Aplicaciones orientadas al tratamiento del TEA	27
Tabla 10. Aplicaciones para el tratamiento del TEA basadas en RA	31
Tabla 11. Población de la Investigación	33
Tabla 12. Informantes grupo 1 – Niño con TEA.....	35
Tabla 13. Informantes grupo 2 – Personas cercanas al niño con TEA.....	36
Tabla 14. Informantes grupo 3 – Profesionales en tratamiento del TEA	36
Tabla 15. Informantes grupo 4 – Profesionales en TIC	37
Tabla 16. Grupo de participantes por fase	37
Tabla 17. Evaluación de Calidad de las aplicaciones de RA, ISO 25010	42
Tabla 18. Escala de Likert.....	49
Tabla 19. Matriz de conductas y emociones de niño con TEA	50
Tabla 20. Matriz de interacción con las aplicaciones.....	51
Tabla 21. Matriz Plan Curricular.....	51
Tabla 22. Estrategia Curricular Seleccionado para V	55
Tabla 23. Matriz de conductas y emociones de V.....	62
Tabla 24. Matriz de interacción de V con las aplicaciones	65
Tabla 25. Resultados Plan Curricular.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Prevalencia en niños con TEA.....	4
Figura 2. TEA en el Ecuador.....	5
Figura 3. Juego sensorial con RA.....	13
Figura 4. Realidad Mixta.....	14
Figura 5. Realidad Aumentada en Medicina.....	14
Figura 6. Realidad Aumentada en ventas.....	15
Figura 7. Realidad Aumentada en enseñanza.....	16
Figura 8. Estructura jerárquica de un modelo de calidad.....	17
Figura 9. Modelo de Calidad GQM.....	17
Figura 10. Evolución ISO/IEC 25010.....	18
Figura 11. Appyautism.....	26
Figura 12. Proceso de exclusión de Aplicaciones.....	31
Figura 13. Ubicación Centro Terapéutico Ludic Place.....	34
Figura 14. Capacidad de aprendizaje - manual de usuario.....	39
Figura 15. Accesibilidad – idiomas soportados.....	39
Figura 16. Protección contra errores de usuarios – evitar error en la operación.....	40
Figura 17. Capacidad para ser usado – personalización de la UI.....	41
Figura 18. Capacidad para ser reconocer su adecuación – descripción completa.....	41
Figura 19. Aplicación AR Animals.....	43
Figura 20. Aplicación Alphabet FlashCards.....	43
Figura 21. Indicaciones de uso Alphabet FlashCards.....	44
Figura 22. Aplicación Alphabet FlashCards.....	44
Figura 23. Cuaderno de trabajo de V.....	53
Figura 24. Sesión de trabajo de V.....	56
Figura 25. Pictogramas de sesión de trabajo 2.....	57
Figura 26. Pictogramas con realidad aumentada, Sesión 3.....	58
Figura 27. Pictogramas Sesión de trabajo 4.....	59
Figura 28. Sesión de trabajo 4 con Realidad Aumentada.....	59
Figura 29. Resultado a pregunta: Nivel de Adaptación a RA.....	63
Figura 30. Resultado a pregunta: Nivel de Tolerancia a RA.....	63
Figura 31. Resultado a Pregunta: Nivel de Satisfacción de RA.....	64
Figura 32. Resultado a Pregunta: Facilidad de Uso de RA.....	64
Figura 33. Resultado a Pregunta: Facilidad de aprendizaje de RA.....	65
Figura 34. Resultado a Pregunta: Reconocimiento de Animales.....	66
Figura 35. Resultado a Pregunta: Memorización de Animales.....	67
Figura 36. Resultado a Pregunta: Tamaño de Animales.....	67
Figura 37. Resultado a Pregunta: Imitación de Animales.....	68
Figura 38. Resultado a Pregunta: Asociación de Animales.....	68
Figura 39. Resultado a Pregunta: Selección de Animales.....	69

RESUMEN

Como lo mencionan Maisonneuve y Floret (2012) en las últimas décadas la prevalencia de niñas y niños diagnosticados con el Trastorno del Espectro Autista (TEA) ha incrementado considerablemente en varios países; en Ecuador esta realidad no es ajena el Ministerio de Salud Pública y en INEC han publicado una estimación que existe hasta 165.960 personas con Trastorno en el Espectro Autista. Hay diferencias en la prevalencia de niños y niñas con TEA.(Delfos y Groot, 2011)

Este proyecto de investigación recopiló y analizó información de diversos autores que utilizaron las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y en particular Realidad Aumentada (RA) para el análisis, diseño e implementación de aplicaciones de software con el propósito de apoyar el tratamiento de niños y niñas con TEA.

La investigación se realiza mediante un equipo multidisciplinario, que contó con la participación de psicólogas, ingenieros en TIC, padres de familia y un niño diagnosticado con TEA; se evaluó 50 aplicaciones basándose en el estándar ISO/IEC 25010, y se verificó la característica de usabilidad donde se definen los siguientes aspectos: control de errores, interfaz de usuario, facilidad de adecuación, aprendizaje, uso, accesibilidad e identificar las aplicaciones más idóneas para ayudar con el tratamiento de los niñas y niños

Al finalizar esta investigación se recabó información importante para determinar el grado de usabilidad de las aplicaciones evaluadas mostrando resultados alentadores, los mismos que serán una gran ayuda para docentes, terapeutas, padres de familia e instituciones que trabajan con autismo.

Palabras Claves: Apps, Enseñanza, ISO/IEC 25010, Realidad Aumentada, TIC, TEA, Usabilidad

ABSTRACT

As mentioned by Maisonneuve y Floret (2012) in recent decades the prevalence of girls and boys diagnosed with Autism Spectrum Disorder (ASD) has increased considerably in several countries; In Ecuador this reality is not alien to the Ministry of Public Health and INEC have published an estimate that there are up to 165,960 people with Autism Spectrum Disorder. There are differences in the prevalence of children with ASD (Delfos y Groot, 2011).

This research project collected and analyzed information from various authors who used Information and Communication Technologies (ICT) and Augmented Reality (RA) for the analysis, design and implementation of software applications with the purpose of supporting the treatment of children and girls with ASD.

The research is carried out through a multidisciplinary team, with the participation of psychologists, ICT engineers, parents and a child diagnosed with ASD; 50 applications were evaluated based on the ISO / IEC 25010 standard, and the usability feature was verified where the following aspects are defined: error control, user interface, ease of adaptation, learning, use, accessibility, for identify the most suitable applications to help with the treatment of infants

At the end of this research, important information was collected to determine the degree of usability of the applications evaluated showing encouraging results, which will be a great help for teachers, therapists, parents and institutions that work with autism.

Keywords: Apps, Teaching, ISO / IEC 25010, Augmented Reality, TIC, TEA, Usability

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PREFACIO

La Realidad Aumentada en adelante RA está cambiando la forma en que los seres humanos interactúan con el entorno real, en los últimos años ha tenido gran éxito superando por mucho a la realidad virtual; se prevé que en el 2020 su alcance sobrepase la venta de miles de millones de dólares; varios laboratorios y universidades han apostado por esta tecnología emergente realizando investigaciones en áreas como la medicina y educación sorprendiendo cada vez más con nuevos y mejores resultados que respaldan su efectividad, sin embargo, pese a las múltiples ventajas que representa, en Ecuador esta tecnología es un terreno aún inexplorado.

Por otro lado, el trastorno del espectro autista, en adelante (TEA) es una condición neurológica que comienza a reflejarse en la niñez y, está presente durante toda la vida del individuo, afectando principalmente sus relaciones sociales.

Desde un espacio tecnológico muy pocas de estas aplicaciones con RA orientadas al tratamiento del TEA han sido evaluadas mediante estándares internacionales. Este trabajo busca evaluar dichas aplicaciones y conocer cuáles son las más idóneas para el tratamiento de niños con TEA.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) tiene sus primeros registros clínicos desde la década de 1940 a través de investigaciones realizadas por Asperger y Kanner razón por la cual son considerados los pioneros. A inicios de 1980 la psicóloga Lina Wing profundizó su investigación con la finalidad de identificar tres ítems fundamentales que presentan las personas diagnosticadas con TEA (Acosta, 2012).

- Ausencia o dificultades de interacción social;
- Ausencia o dificultad en el lenguaje verbal y comunicación no verbal
- Actividades repetitivas.

Los estudios de TEA se dividieron en dos frentes, el primero donde autores como Mulas, Ros-cervera, Millá, Etchepareborda y Abad (2010) indican la manera idónea de tratar el trastorno y el segundo en el que investigadores como Ruiz-Lázaro, Posada de la Paz, y Hijano Bandera, se enfocan en la detección temprana del mismo (2009); una vez que un paciente presente este tipo de síntomas debe identificarse si realmente puede ser TEA, para ello se han elaborado cuestionarios que tienen como premisas los indicios ya descritos Cabrera (2007) muestra un cuestionario bastante sencillo para identificar si un niño presenta características asociadas con el TEA, si dos o más respuestas a estas preguntas son negativas es importante realizar una revisión integral al niño por un grupo de profesionales.

Tabla 1. Cuestionario para identificación de TEA

PREGUNTAS	RESPUESTA
1.- ¿Disfruta su hijo al ser mecido, saltar sobre sus rodillas, etc.?	Sí/No
2.- ¿Se interesa su hijo en otros niños?	Sí/No
3.- ¿Le gusta a su hijo subirse a diferentes sitios, como lo alto de las escaleras?	Sí/No
4.- ¿Disfruta su hijo jugando al escondite?	Sí/No
5.- ¿Simula su hijo alguna vez, por ejemplo, servir una taza de té?	Sí/No
6.- ¿Utiliza su hijo el dedo índice para pedir algo?	Sí/No
7.- ¿Sabe su hijo jugar adecuadamente con juguetes pequeños?	Sí/No
8.- ¿Alguna vez su hijo le lleva objetos para mostrarle algo?	Sí/No

Fuente: Yunta, Palau, Salvadó, y Valls (2006)

Estos cuestionarios para el diagnóstico temprano del TEA tienen su base clínica en el manual diagnóstico y estadística de los trastornos mentales (DSM) que se muestra en la tabla 2 y que incluyó a este trastorno en 1980 con la publicación DSM III.

Tabla 2. Criterios para el diagnóstico del TEA

A. Para darse un diagnóstico de autismo deben cumplirse seis o más manifestaciones del conjunto de trastornos (1) de la relación, (2) de la comunicación y (3) de la flexibilidad. Cumpliéndose como mínimo dos elementos de (1), uno de (2) y uno de (3).

1.- Trastorno cualitativo de la relación, expresado como mínimo en dos de las siguientes manifestaciones:

- a) Trastorno importante en muchas conductas de relación no verbal, como la mirada a los ojos, la expresión facial, las posturas corporales y los gestos para regular la interacción social.
- b) Incapacidad para desarrollar relaciones con iguales adecuadas al nivel evolutivo.
- c) Ausencia de conductas espontáneas encaminadas a compartir placeres, intereses o logros con otras personas (por ejemplo, de conductas de señalar o mostrar objetos de interés).
- d) Falta de reciprocidad social o emocional.

2.- Trastornos cualitativos de la comunicación, expresados como mínimo en una de las siguientes manifestaciones:

- a) Retraso o ausencia completa de desarrollo del lenguaje oral (que no se intenta compensar con medios alternativos de comunicación, como los gestos o mímica).
- b) En personas con habla adecuada, trastorno importante en la capacidad de iniciar o mantener conversaciones.
- c) Empleo estereotipado o repetitivo del lenguaje, o uso de un lenguaje idiosincrático.
- d) Falta de juego de ficción espontáneo y variado, o de juego de imitación social adecuado al nivel evolutivo.

3.- Patrones de conducta, interés o actividad restrictivos, repetidos y estereotipados, expresados como mínimo en una de las siguientes manifestaciones:

- a) Preocupación excesiva por un foco de interés (o varios) restringido y estereotipado, anormal por su intensidad o contenido.
- b) Adhesión aparentemente inflexible a rutinas o rituales específicos y no funcionales.
- c) Estereotipias motoras repetitivas (por ejemplo, sacudidas de manos, retorcer los dedos, movimientos complejos de todo el cuerpo, etc.).
- d) Preocupación persistente por partes de objetos

B. Antes de los tres años, deben producirse retrasos o alteraciones en una de estas tres áreas: (1) Interacción social, (2) Empleo comunicativo del lenguaje. o (3) Juego simbólico.

C. El trastorno no se explica mejor por un Síndrome de Rett o trastorno desintegrativo de la niñez.

Fuente: Belloti (2007)

Las investigaciones en torno al tema han permitido una mejor efectividad en el diagnóstico de este trastorno, el mismo que ha incrementado de manera sustancial; según las últimas estadísticas del Centro para el Control y la Prevención de enfermedades¹ (2018), donde se analizaron once sitios de los Estados Unidos, la prevalencia general del TEA es de uno en cincuenta y nueve (1/59) niñas y niños de ocho años, como se puede apreciar en la figura 1.

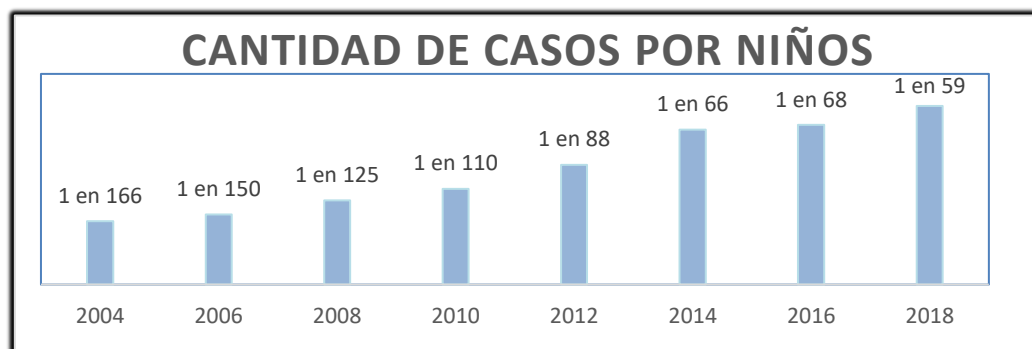


Figura 1. Prevalencia en niños con TEA

Fuente: Center for disease Control and Prevention (2018)

Como se puede apreciar en la figura previa, la detección de este trastorno ha incrementado en los últimos años, en el 2004 se tenía 1 caso por cada 166 niños, en 2018 se identifica 1 caso de cada 59 niños, lo cual hace referencia a un incremento de más del 50%, esto se debe en gran medida a que existen nuevos métodos e investigaciones que hacen énfasis en la detección temprana como indican Canal Bedia (2007) y Hernández (2005), y por la cual ya varios establecimientos han centrado sus esfuerzos en buscar soluciones para esta problemática.

Esta realidad no es ajena, según el Ministerio de Salud Pública del Ecuador (2017), se evidencia la existencia de 1266 personas con Trastorno de Espectro Autista distribuidos de la siguiente manera: 254 personas tienen autismo atípico; 792 con autismo de la niñez; 205 con el síndrome de Asperger y 15 se registraron dentro del síndrome de Rett.

¹ CDC: Center for Disease Control and Prevention

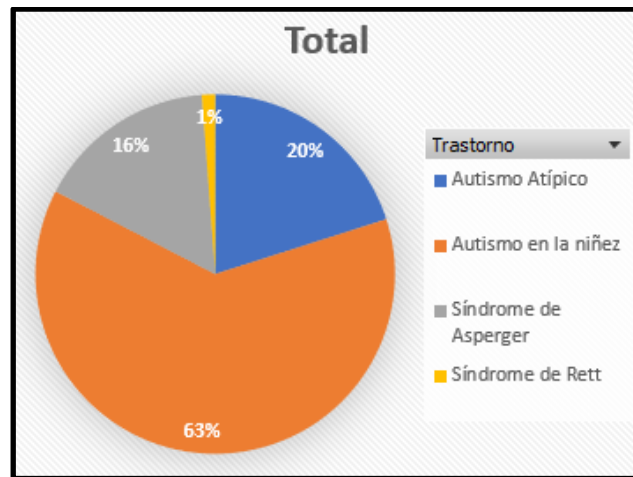


Figura 2. TEA en el Ecuador

Fuente: Ministerio de Salud Pública (2017)

Las investigaciones han centrados sus esfuerzos en la detección temprana del TEA, sin embargo, su tratamiento resulta todavía complejo, esto debido a que el trastorno se manifiesta de diferentes maneras en cada individuo, lo que conlleva a tener un problema al momento de definir un tratamiento adecuado a los niños diagnosticados con TEA (Gargaro, Rinehart, Bradshaw, Tonge, y Sheppard, 2011) .

Con este preámbulo aparece la realidad aumentada como una de las tecnologías pioneras en desarrollar aplicaciones prototipos para el tratamiento del autismo, enfocadas a mejorar la relación de los diagnosticados con TEA con su entorno social y poder superar sus principales deficiencias, no obstante, estas aplicaciones no han sido evaluadas desde el punto de vista técnico/usuario, más aún, cuando se habla de estándares internacionales que proveen las mejores prácticas para su desarrollo, como es el caso del estándar ISO/IEC 25010 para la evaluación de usabilidad y calidad del software (aplicaciones).

De acuerdo con lo expuesto, es evidente la existencia de un problema, para el que no se tienen resultados sobre posibilidades de mejoras de niños y niñas con TEA posterior al uso de aplicaciones con RA, así como una correcta evaluación de características de usabilidad de estas.

1.2.1 Diagnóstico del Problema

Al analizar la problemática planteada se puede observar que la mayor parte de estudios realizados se enfocan principalmente en el desarrollo de aplicaciones y herramientas para ayudar a los niños y niñas diagnosticados con TEA, no obstante, no se ha considerado la evaluación de dichas herramientas en un caso de estudio experimental, con el fin de validar su usabilidad y las mejoras que puede ofrecer a los menores que tengan el trastorno.

Después de la revisión documental realizada en el estado del arte se evidencia cierto desconocimiento de las diferentes tecnologías emergentes por parte de las personas no afines al mundo de la tecnología, lo cual no ha permitido una incursión eficaz de estas herramientas en el entorno pedagógico y clínico, que podrían ser aplicadas con resultados favorables para el tratamiento del TEA.

En la actualidad, varios especialistas en tecnologías de información han volcado sus investigaciones a otras áreas tales como la educación, psicología y pedagogía, y en un trabajo conjunto con profesionales de estas ramas han obtenido resultados teóricos y prácticos alentadores, que pueden ayudar de buena manera a sobrellevar las deficiencias de los niños que poseen el trastorno.

La inclusión de herramientas tecnológicas al sistema educativo no es una arista nueva, incluso varios centros educativos han optado por implementar e incluir en sus sistemas, herramientas multimedia como *e-learning*, lo cual ha mostrado una gran ayuda didáctica tanto para profesores, estudiantes y padres de familia.

Con este antecedente y de acuerdo con investigaciones como la de Moreira (2010) se espera que la inclusión de la realidad aumentada para el tratamiento de niños con TEA sea positiva, mostrando los resultados obtenidos en un caso de estudio y evaluando su usabilidad de acuerdo con estándares ya definidos.

1.2.2 Pronóstico del Problema

Gracias a los datos del CDC (2018), se prevé que la prevalencia de los niños diagnosticados con TEA en un futuro próximo será mayor a los últimos datos emitido en gran medida pues varias asociaciones, universidades y grupos de científicos crean nuevos métodos para la detección temprana como indican Canal (2007) y Hernández (2005).

1.2.3 Control del Problema

Al observar los diferentes problemas que presentan los niños y niñas con TEA, es evidente que estos seguirán creciendo en un futuro inmediato; por tanto, es necesario centrar esfuerzos que permitan buscar soluciones, mediante equipos multidisciplinarios que con apoyo de nuevas tecnologías sean parte de un tratamiento idóneo a los niñas y niños diagnosticados con este trastorno.

1.2.4 Formulación del Problema

La inadecuada evaluación bajo estándares internacionales de aplicaciones de realidad aumentada para el tratamiento de niños y niñas con trastorno del espectro autista, sin poder determinar si dichas aplicaciones son o no favorable para su tratamiento.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Evaluar las aplicaciones de realidad aumentada para niños y niñas de 4 a 6 con trastorno de espectro autista (TEA), basándose en el estándar ISO/IEC 25010 para la identificación de las aplicaciones más adecuadas al tratamiento de esta condición.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar mediante el estado del arte los avances que se han desarrollado en aplicaciones de realidad aumentada para el tratamiento de niños y niñas de 4 a 6 años con TEA.

- Categorizar las aplicaciones de realidad aumentada orientadas al tratamiento de niños y niñas con TEA, utilizando el estándar ISO/IEC 25010, estableciendo cuales cumplen las características y sub-características de usabilidad.
- Verificar si es que el paciente responde positivamente al uso de las aplicaciones que utilizan realidad aumentada
- Documentar los hallazgos para proponer que esta tecnología sea validada para el tratamiento del TEA.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se realiza con la finalidad de validar como la tecnología de RA, puede llegar a ser una herramienta de apoyo idónea en el tratamiento de niños con TEA, buscando que la integración de los niños con su entorno y sociedad sea llevada de mejor manera. Adicionalmente, como se mencionó en el numeral 1.2 en el Ecuador el diagnóstico del TEA también va en aumento, por lo cual es indispensable encontrar herramientas de apoyo para su correcto tratamiento.

Con estas premisas establecidas aparecen los conceptos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) como herramientas de ayuda para distintos fines, como es el caso de tratar el TEA, para Cabrera (2007) las TIC toman las siguientes asignaturas básicas tales como: informática, microelectrónica y las telecomunicaciones; y trabajan al unísono y relacionamente, permitiendo la creación de nuevas formas de comunicación.

Como lo mencionan Orozco, Esteban y Trefftz (2006) la RA es una de las TIC que ha facilitado los procesos de enseñanza en los niños, gracias a la facilidad con la cual se puede integrar elementos virtuales en un escenario real, el cual se genera por software especializado, llegando a tener una realidad híbrida en tiempo real.

Evaluación de aplicaciones de realidad aumentada para el tratamiento de niños y niñas con trastorno del espectro autista, basado en el estándar ISO/IEC 25010

Con base a lo expuesto en párrafos anteriores este trabajo busca evaluar haciendo uso del estándar ISO/IEC 25010 si los resultados de investigaciones teóricas sobre aplicaciones basadas en RA para el tratamiento de niños con TEA son viables e idóneas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 TRASTORNO DE ESPECTRO AUTISMO

2.2.1 Definición Autismo

El Autismo es definido como un trastorno que afecta principalmente el desarrollo neurológico de quienes lo poseen, se exteriorizan a través de déficit en la comunicación, el lenguaje y la interacción social, así como la presencia de intereses restringidos y comportamientos impredecibles, estos síntomas normalmente suelen ser detectados por los familiares cercanos y en edades muy tempranas (Gargaro, 2011; Rico–Moreno y Tárraga-Mínguez, 2016).

Otros autores como Frith (2014) definen al TEA como una alteración del desarrollo en los niños, representado por tener un déficit en la interacción social y comunicación con las personas de su entorno, sus intereses son muy reprimidos y muestran acciones repetitivas constantemente.

Por otro lado, Gutiérrez (2016) define al TEA como aquellos cuadros clínicos, que dan inicio en la infancia temprana, que restringe las habilidades sociales y comunicativas, entre otros aspectos cognitivos.

El TEA es el “trastorno de un espectro”, es decir, que el nivel de afectación en los niños que lo padecen no puede ser generalizado, por lo tanto, en ciertos casos son leves, mientras que en otros muy grave. Para Cuesta, Sánchez, Orozco y Cottini (2016) los niños con TEA presentan varios síntomas comunes, no obstante, dependerá del momento en que aparecen estos síntomas, su gravedad y naturaleza exacta.

2.2.2 Características del Autismo

Varios investigadores como Mayes, Calhoun y Molitoris (2012) definen al TEA en los niños como la dificultad que para relacionarse socialmente y la pérdida de capacidades cognitivas y motrices, así mismo, indican que este trastorno dura toda la vida y que no tiene cura, no obstante, un adecuado diagnóstico y tratamiento temprano puede ayudar a los niños a sobrellevar las limitaciones, permitiéndoles tener un desenvolvimiento adecuado en su día a día (Artigas-Pallares y Paula, 2012; Martos-Pérez y Llorente-Comí, 2013).

2.2.3 Intervención educativa con niños TEA

Para la intervención educativa de los niños con TEA, y de acuerdo a lo que indica Lara (2012) en su investigación las personas a cargo de sus cuidados deben atender sus limitaciones y las necesidades reales de cada alumno. Llevando a cabo una educación sistemática, individualizada y completa. Es importante que se cuente con los recursos necesarios como un profesor de audición y lenguaje, un especialista en pedagogía terapéutica, un orientador, así como distintos materiales para su máximo desarrollo y bienestar (Rovira, Rovira, y Rovira, 2018).

2.2.4 Tecnologías de la información y comunicación

Las tecnologías de la información y comunicación pueden llegar a tener un papel muy importante y fundamental en la medida en que se sepa intervenir con ellas porque promueven situaciones de aprendizajes más significativas y personalizadas (Groba, Pereira, y Munteanu, 2015).

Además, resultan más motivadoras, atractivas y fáciles de utilizar para las personas con TEA. Así lo demuestran el estudio de Jiménez (2011), que evidencian la capacidad de estas personas para procesar mejor toda aquella información recibida mediante estímulos multisensoriales, aunque preferiblemente visuales.

Por otro lado, la Realidad Aumentada, es un campo de investigación de las TIC, que desarrolla tecnologías que combinan la información que percibimos del mundo real con información generada por ordenador, en tiempo real. Recibe este nombre por combinar información real con elementos gráficos añadidos.

2.2 REALIDAD AUMENTADA:

2.2.1 Concepto

En términos técnicos la RA comprende una mezcla de gráficos por computador, visión artificial y multimedia, de forma que el usuario pueda perfeccionar su percepción del mundo real, mediante la inclusión de información virtual. Para que la RA proporcione una visión comprensible del mundo circundante, los escenarios real y virtual han de sincronizarse, posicional y contextualmente” (De Pedro Carracedo y Martínez Méndez, 2012; Azuma y Balliot, 2001).

2.2.2 Características Realidad Aumentada

Azuma y Balliot (2001) también indica que cualquier sistema basado en RA debe tener las siguientes tres características:

- Combinar lo real y lo virtual: Reside en incluir imágenes 3D desde un computador en la escena.
- Es interactivo en tiempo real: Las interacciones entre el sistema RA y el usuario deben darse en tiempo real, es decir, no puede existir lentitudes entre lo proyectado y lo aumentado.
- Visualización en tres dimensiones: Los objetos ingresados dentro del sistema RA deben ser en tres dimensiones, y estar elaborados por software especializado en su generación.

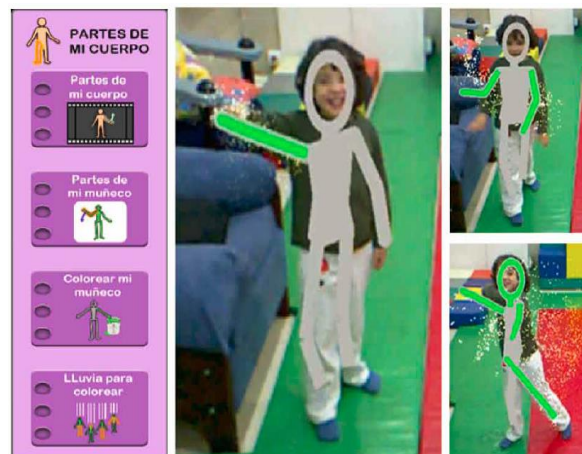


Figura 3. Juego sensorial con RA

Fuente: Gil, Arias Figueroa, Gimson Saravia, Sánchez, y Silvera (2015)

La realidad aumentada es una prometedora tecnología, que puede ayudar a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, en varios estudios se indica que esta tecnología permite la incorporación de contenido digital diseñado por software especializado, tales como imágenes o marcadores, sobre el entorno real (Moreno Martínez y Leiva Olivencia, 2016; Espinosa, 2015; Basogain, Olabe, Espinosa, Rouèche, y Olabe, 2000). No obstante, se debe establecer la diferencia entre Realidad Real y Realidad Virtual, que es justamente el lugar donde se encuentra la RA, como se puede apreciar en la siguiente figura.

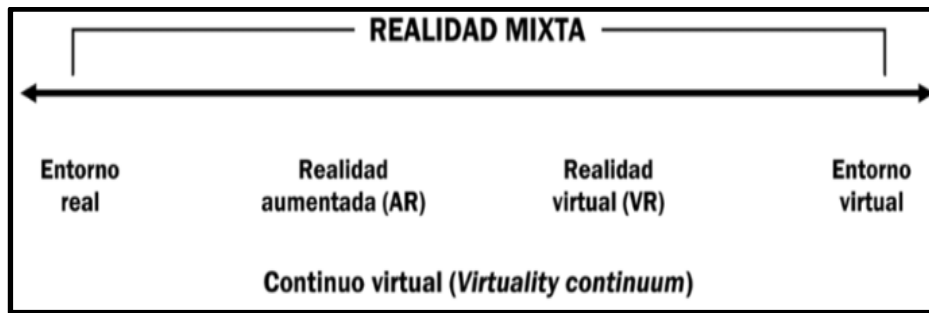


Figura 4. Realidad Mixta

Fuente: Flores, Azar, Herrera Cognition, y Paz (2015)

La realidad aumentada es una realidad mixta para autores como Milgram y Kishino (1994), debido a que es la combinación de dos extremos distintos pero adyacentes, es decir, un entorno entre el mundo real y el virtual.

2.2.3 Aplicaciones de realidad aumentada

Barroso, Osuna, y Gallego (2017) en uno de sus estudios enumera varios campos donde se aplica la RA tales como:

- **Medicina**

El campo de la medicina es muy susceptible al uso de la RA, ya que los médicos demandan gran cantidad de información del contexto, por ejemplo, en operaciones a corazón abierto.



Figura 5. Realidad Aumentada en Medicina

Fuente: Fundación Telefónica (2011)

- **Marketing y Ventas**

Gracias al acceso a internet y la inclusión de la realidad aumentada en áreas como las ventas y el marketing, varias páginas web como tiendas de ropa online como Zugara, como muestra la figura 6 han implementado esta tecnología para que sus clientes tengan una experiencia visual única permitiendo así comprobar si la compra será la deseada sin la necesidad de probarse la prenda.



Figura 6. Realidad Aumentada en ventas

Fuente: Fundación Telefónica (2011)

- **Enseñanza**

Sin duda alguna uno de los campos donde la realidad aumentada adquiere mucho sentido es la enseñanza como lo muestra la siguiente figura, en la actualidad existen aplicaciones lúdicas y sociales que generan experiencias de aprendizaje contextual, usando la exploración del mundo virtual atado al real (Herrera, 2012).



Figura 7. Realidad Aumentada en enseñanza

Fuente: Fundación Telefónica (2011)

- **Geolocalización**

Autores como Fombona (2012) indican que los dispositivos móviles inteligentes han volcado su mirada a la geolocalización; interactuando los sistemas de posicionamiento geográfico GPS, y con ayuda de la RA se puede mostrar al usuario una representación realista y precisa para localizar a personas y lugares de manera más sencilla e intuitiva.

2.3 MODELOS DE CALIDAD DE SOFTWARE

Para Pressman (1997) la calidad de un sistema viene dada por la conformidad de requisitos y características funcionales y no funcionales para lo cual el software fue desarrollado.

Calidad es hacer referencia a varias características que un sistema debe cumplir a satisfacción del usuario González y Montero (2012). También indican que existen diferentes factores que permitan que esta evaluación sea sencilla y precisa, mediante una estructura jerárquica, donde se habla de factores y criterios de calidad, así como de métricas, como lo indica la figura 8.



Figura 8. Estructura jerárquica de un modelo de calidad

Fuente: González-Sánchez (2012)

Uno de los modelos más conocidos es el denominado GQM mencionado por Basili (2007) el cual se muestra en la figura 9, cuyo nombre viene dado por sus siglas en inglés Goal Question Metric (Objetivo, Pregunta, Métrica).

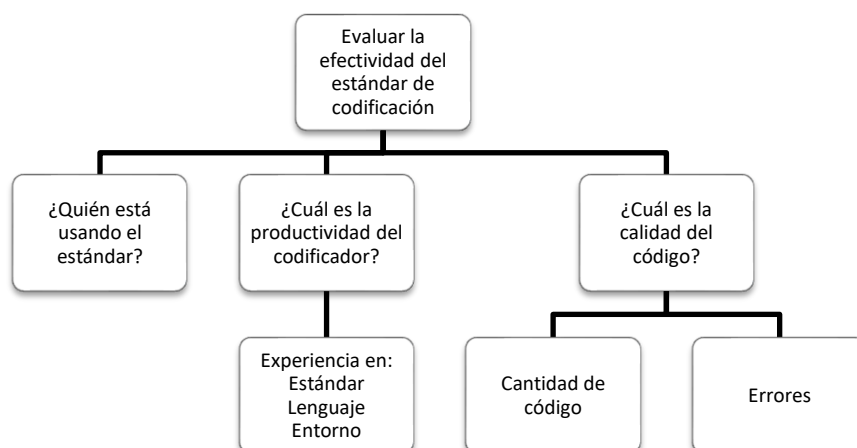


Figura 9. Modelo de Calidad GQM

Fuente: Basili (2007)

2.3.1 ISO/IEC 25010

Como parte de la historia se puede mencionar que la norma ISO/IEC 25010 previamente llamada ISO/IEC 9126, pertenece a la familia de las ISO 25000 (Roa, Morales, y Gutiérrez, 2015).

Según la Organización Internacional de Normalización (2011) este estándar básicamente hace énfasis si un producto software tiene la usabilidad y calidad al momento de ser evaluado, agregando y combinando varias sub-características a su versión previa, tales como la reutilización y la modificabilidad dentro del módulo mantenibilidad, en la siguiente figura se puede apreciar la evolución del estándar 25010.

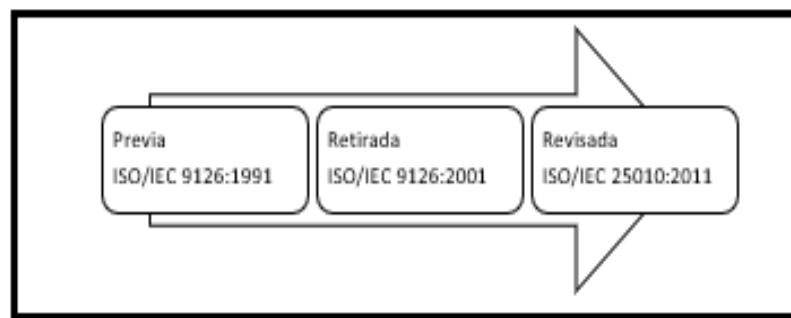


Figura 10. Evolución ISO/IEC 25010

Fuente: International Organization for Standardization (2011)

En la siguiente tabla se pueden evidenciar las características de calidad del software de acuerdo con las versiones de los estándares ISO/IEC 9216 y 25010 respectivamente.

Tabla 3. ISO 9196 vs ISO 25010

	ISO/IEC 9196	ISO/IEC 25010
Eficiencia	-Tiempo -Recursos	-Tiempo -Recursos
Portabilidad	-Adaptabilidad -Instalación -Reemplazo	-Adaptabilidad -Instalación -Reemplazo
Mantenibilidad	-Estabilidad -Facilidad de análisis -Facilidad de cambio -Facilidad de pruebas	-Estabilidad -Facilidad de análisis -Facilidad de cambio -Facilidad de pruebas

Funcionabilidad	-Adecuación -Exactitud -Interoperabilidad	-Adecuación -Exactitud -Interoperabilidad
Confiabilidad	-Recuperabilidad -Tolerancia a fallos -Fiabilidad	-Recuperabilidad -Tolerancia a fallos -Fiabilidad
Usabilidad	-Aprendizaje -Comprensión -Operatividad -Atractividad	-Aprendizaje -Comprensión -Operatividad -Atractividad
Seguridad	N/A	-Confidencialidad -Integridad -Autenticidad
Compatibilidad	N/A	-Coexistencia -Interoperabilidad

Fuente: Kovács y Szabados (2014)

Una vez identificadas las características y sub-características del estándar ISO/IEC 25010 se describe brevemente cada una de ellas de acuerdo a los conceptos emitidos en la página oficial² (2015) , haciendo énfasis en la característica de usabilidad que es aquella que se utilizará para la selección de las aplicaciones a ser utilizadas en un paciente diagnosticado con TEA.

- **Funcionabilidad**

Muestra como el software proporciona funciones que satisfacen las necesidades declaradas e implícitas, cuando el producto se usa en las condiciones especificadas.

- **Eficiencia**

Esta característica representa el desempeño relativo a la cantidad de recursos utilizados bajo determinadas condiciones.

- **Compatibilidad**

Es la capacidad de que el software interactuar y/o llevar funciones a cabo en un ambiente compartido.

² <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>

- **Usabilidad**

Capacidad del producto software para ser entendido, aprendido, usado y resultar atractivo para el usuario, cuando se usa bajo determinadas condiciones, esta es la característica evaluada para la selección de las aplicaciones de realidad aumentada RA que se aplicará en el paciente, también se definirán sus sub-características.

- **Capacidad para reconocer su adecuación.** Es la manera en que la aplicación permite al usuario entender si el software es adecuado o no para sus necesidades.
- **Capacidad de aprendizaje.** Es la facilidad con que el software permite su aprendizaje al usuario.
- **Capacidad para ser usado.** Indica como la aplicación que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad.
- **Protección contra errores de usuario.** Indica la manera de como la aplicación protege a los usuarios de cometer errores.
- **Estética de la interfaz de usuario.** Define la apariencia de la aplicación.
- **Accesibilidad.** Determina la capacidad para usar la aplicación por usuarios con determinadas características y discapacidades.

- **Fiabilidad**

Indica que tan fiable es una aplicación, cuando se usa bajo condiciones específicas. madurez, tolerancia a defectos, recuperabilidad, cumplimiento de fiabilidad.

En determinadas condiciones, el software-sistema mantendrá su capacidad funcionalidad a lo largo de un periodo de tiempo.

- **Mantenibilidad**

Capacidad de la aplicación para ser modificada efectiva y eficientemente, debido a necesidades evolutivas, correctivas o perfectivas.

- **Seguridad**

Es la capacidad de mantener seguros los datos de un ente o sistema ajeno.

- **Portabilidad**

Es la capacidad del software de ser transferido a un nuevo entorno (software, hardware, organización). Es fácil de instalar y desinstalar, además permite ser adaptado de forma efectiva a diferentes entornos de hardware o software.

2.3.1.1 Usabilidad

El concepto de usabilidad viene ligado a la facilidad con la que un usuario puede utilizar y/o aprender un producto o proceso. La ISO justamente define a la usabilidad desde esos dos puntos de vista, como proceso y como producto.

2.3.1.1.1 Usabilidad como proceso

En su último comunicado la ISO (2018) dice que la usabilidad como un proceso se mide en base al grado de cumplimiento de sus objetivos con eficiencia, efectividad y satisfacción cuando un usuario lo utiliza.

2.3.1.1.2 Usabilidad como producto

La ISO (2011) indica que la usabilidad como producto es aquella que hace referencia a la capacidad de un software para ser aprendido, comprendido y utilizado por el usuario final.

Tabla 4. Usabilidad como proceso vs Usabilidad como producto

Usabilidad como Proceso	Usabilidad como Producto
Efectividad	Comprensión
Eficiencia	Aprendizaje
Satisfacción	Operación / Uso
	Atractivo

Elaborado por: Investigador

2.3.2 Métricas para evaluar usabilidad

Las ISO 9241 y 25010 definen a la usabilidad desde los puntos de vista antes indicado (proceso y producto), sin embargo, para poder evaluar esta característica es necesario contar con métricas adecuadas, mismas que vienen dadas por las ISO 25022 e ISO 25023 para usabilidad como proceso y producto respectivamente.

2.3.2.1 Métricas para evaluar usabilidad como proceso

Bevan y Carter (2016) indican que la ISO/IEC 25022 provee las métricas necesarias para determinar los parámetros de eficiencia, efectividad y satisfacción dentro de un proceso, como se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5. Métricas de usabilidad como proceso ISO 25022

Efectividad	Eficiencia	Satisfacción
Objetivos Logrados	Tiempo de ejecución de una tarea	Escala de satisfacción
Usuarios que completan correctamente las tareas	Tareas completadas por unidad de tiempo	Uso en el tiempo
Precisión al completar las tareas	Costo de ejecución de una tarea	Frecuencia de quejas

Fuente: Bevan y Carter (2016)

2.3.3 Métricas para evaluar usabilidad como producto

Si lo que se desea es determinar la calidad del producto del sistema y del software, la ISO/IEC 25023 contiene las métricas que permiten hacerlo.

Con estas métricas el estándar busca tener parámetros que logren entender las cualidades del software tales como: rendimiento del sistema, confiabilidad, seguridad y capacidad de mantenimiento. Nuevamente, Bevan y Carter mencionan que las medidas como el tiempo de respuesta, la disponibilidad del sistema, la tolerancia a fallos y la integridad de los datos se utilizan ampliamente para especificar, evaluar y monitorear la calidad del software. En la tabla siguiente se muestran las métricas definidas en la ISO 25023 para evaluar la usabilidad en un software.

Tabla 6. Métricas de Usabilidad como producto ISO 25023

Adecuación	Aprendizaje	Uso	Protección contra Errores	Interfaz	Accesibilidad
Descripción completa	Manual de usuario	Consistencia operación	Evitar errores Corregir errores	Estética	Idiomas Soportados
Demostración total	Mensajes claros	Claridad de mensajes	Recuperabilidad		Sistemas Operativos
Auto descripción	Autoexplicativa	Personalización Monitoreo Deshacer acciones Categorización Comprensión			

Fuente: Bevan y Carter (2016)

2.3.4 ISO/IEC TR 29138

La ISO indica de manera concisa (2009) que la norma TR 29138 hace referencia a las consideraciones de accesibilidad para personas con discapacidades y si bien el TEA no es considerado como una discapacidad, sino un trastorno, existen ciertas métricas de este estándar que pueden ayudar en la evaluación de las aplicaciones de RA para su posterior uso en un caso de estudio con una niña con TEA, esto debido a que de alguna manera las personas con autismo tienen déficits en capacidades cognitivas, de lenguaje y de aprendizaje, tales como:

- Dificultad de aprendizaje sobre el uso de la aplicación.
- Dificultad a entender los manuales o recibir instrucciones de la aplicación.
- Dificultad para memorización.

2.4 ESTADO DEL ARTE

Esta investigación se realiza con la finalidad de validar como la tecnología de RA puede ser una herramienta idónea en el tratamiento de niños con TEA, y como puede ayudarles en su convivir diario, para lo cual se revisó bibliografía referente al trastorno, así como, información relacionada con aplicaciones para ayuda de niños con autismo.

Uno de los conceptos más aceptados sobre el TEA, lo publicó el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales en su capítulo cuarto (DSM IV); donde indica que los pacientes poseen alteraciones graves y que se manifiestan en distintas áreas del desarrollo tales como: dificultad para socializar, comunicación dificultosa y la presencia o ausencia de comportamientos, intereses y sensaciones. Por otro lado, autores como Terrazas, Sánchez y Becerra (2016) indican que los desórdenes cualitativos que definen este trastorno son claramente impropios del nivel de desarrollo o incluso de la edad mental del sujeto.

La RA es una tecnología que combina el mundo real con el virtual, usando un proceso informático permitiendo mejorar la calidad en la experiencia visual y enriqueciendo la comunicación con el usuario; mientras que las aplicaciones móviles son programas desarrollados para tabletas, celulares inteligentes o computadores, mismas que se encuentran en repositorios tales como: AppStore y Play Store, para iOS y Android respectivamente.

Se desarrolló la contextualización, clasificación, categorización y análisis de artículos seleccionados sobre temáticas tales como: autismo, TEA, TIC, RA en la enseñanza, aplicaciones para TEA gratuitas, y patrones de búsqueda en función de su año de publicación entre el periodo del 2012 al 2018, en bases académicas a través de buscadores de artículos como Google académico, Dialnet, Redalyc.

La tabla 7 muestra la cantidad de artículos estudiados y aquellos que se seleccionaron para desarrollar el estado del arte.

Tabla 7. Selección de Artículos para el estado del Arte.

Artículos estudiados 2012-2018	Artículos representativos seleccionados
26	4

Elaborado por: Investigador

Los cuatro documentos científicos seleccionados y que se muestran en la siguiente tabla se apoyan en el uso de las TIC, y su finalidad es fomentar y contribuir con nuevos métodos de aprendizaje orientados a los niños con autismo y además permitan plasmar nuevas e innovadoras estrategias pedagógicas para el tratamiento de este trastorno.

Tabla 8. Artículos representativos en la investigación.

TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	CONCLUSIÓN
Autismo Y Nuevas Tecnologías - Una propuesta para la asignatura de inglés (2017)	Inmaculada Herrera Lara	Innovación en el proceso de aprendizaje de una nueva lengua en los niños con TEA.	Su estudio se basa en fomentar el aprendizaje de un segundo idioma a niños con TEA, abriendo una nueva línea de investigación en la creación de aplicaciones orientadas a cumplir este objetivo.
Diseño de un Recurso Educativo Digital para entrenar el desarrollo de habilidades Socioemocionales en niños y jóvenes con Trastorno del Espectro Autista (TEA) (2016)	Alejandro Bejarano Gómez Corporación Universitaria Iberoamericana	Uso responsable de las TIC, con la finalidad de no generar dependencia sobre los dispositivos móviles.	El objetivo de esta investigación es enseñar el correcto y responsable uso de herramientas basadas TIC para la enseñanza y aprendizaje de niños con TEA. También busca concientizar la inclusión de estos medios en ámbitos pedagógicos, familiares y escolares de tal manera que sean solo un mecanismo de apoyo y no sean utilizados de manera indebida, causando adversos tales como adicción.
Uso de las TIC en el Trastorno de Espectro Autista: aplicaciones (2016)	Susana Guillén, Daniel Garrote Rojas y Sara Jiménez Fernández	Repositorio Online para todas las aplicaciones sobre el aprendizaje para los niños con TEA.	Buscar la manera idónea de crear una herramienta web en la cual se tenga un repositorio mundial de aplicaciones orientadas al tratamiento del TEA, donde se describan sus principales características tales como: objetivo, idioma, sistema operativo, gratuidad entre otras. Se puede considerar un punto de partida el proyecto Appyautism impulsado por la Fundación Orange.

La tecnología móvil. Una herramienta para la mejora de la inclusión digital de las personas con TEA (2017)	Mónica Sanromá-Giménez José Luis Lázaro-Cantabrana Mercé Gisbert-Cervera	Crear normalización todas aplicaciones existentes.	una La inclusión de las TIC dentro del tratamiento del TEA ha tomado fuerza en los últimos años, apareciendo varias aplicaciones para su tratamiento; no obstante, es necesario generar una categorización o estandarización de estas, donde se especifiquen sus principales características tanto desde el punto de vista del desarrollador como del usuario, afianzadas con sus respectivos casos de estudio.
--	--	--	---

Elaborado por: Investigador

También se procedió con la búsqueda de las aplicaciones orientadas al tratamiento de niñas y niños de entre 4-6 años diagnosticados con TEA, para ello se utilizaron criterios de búsqueda como: “autismo”, “TEA”, “ASD”, “Realidad aumentada”, “Augmented Reality”, “AR”, “RA”; y criterios adicionales como la edad a la que va dirigida la aplicación, que dispositivos los soportan y que sean gratuitas.

Estas búsquedas se realizaron dentro de los markets tanto de Google como Apple, así como la web www.appyautism.com, que es impulsada por la Fundación Orange, y cuyo objetivo es seleccionar las mejores aplicaciones para dispositivos móviles para personas con TEA, en estos repositorios existen diferentes herramientas, aplicaciones y software tecnológico que busca ayudar al tratamiento del autismo.

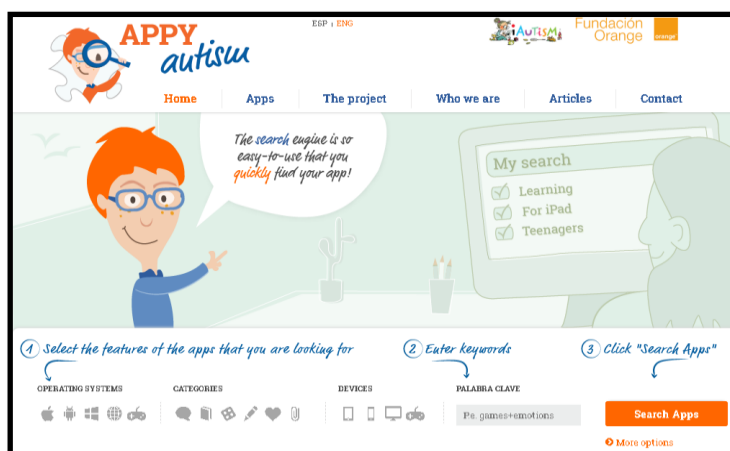


Figura 11. Appyautism

Fuente: appyautism.com

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las aplicaciones orientadas al tratamiento del TEA, mostrando sus principales características, tales como: objetivo, nombre, año, y sistema operativo soportado.

Tabla 9. Aplicaciones orientadas al tratamiento del TEA

APP	NOMBRE	S.O.	OBJETIVO	AÑO
	The Aspergers Test	Android	Para determinar un posible TEA con el Diagnóstico de Evaluación AQ.	2001
	iSECUENCIAS LITE	Android/iOS	Herramienta que ayuda a mejorar las habilidades como vestirse, ir a dormir, lavarse las manos, cepillarse los dientes.	2017
	PictoGram Room	Windows	Ayudar en la comprensión del lenguaje no verbal, imitación y reconocimiento.	2008
	Juana y Pascual: Realidad Aumentada	Android/iOS	Juegos iterativos basados en realidad aumentada	2018
	Conciencia Fonológica	Android	Desarrolla habilidades en la comunicación verbal, tales como reconocimiento y memoria.	2017
	PleIQ	Android/iOS	PleIQ es un juguete educativo que usa Realidad Aumentada para estimular las inteligencias múltiples en niños de 3 a 8 años.	2018
	Picto TEA	Android	Fortalece las relaciones sociales en niños con TEA.	2018
	Aprendizaje sensorial de niños	Android	Mejora las habilidades de motrices-adaptativas de los niños.	2018
	Proyect@ Retratos Autismo	- Android	Enseña a los niños a comunicarse a través de emociones.	2017
	Proyect@ Emociones 2	Android	Aumenta la empatía de los niños a través de las emociones.	2016
	Tarjetas educativas en español	Android	Permite mejorar el nivel de aprendizaje de palabras mientras el niño habla y memoriza.	2013
	Pocoyo Números 1, 2, 3	Android	Su objetivo es reforzar la psicomotricidad de los niños mientras aprenden los números.	2018
	Mi Amigo Juan: Niño con Autismo	Android	Orientado a los docentes y padres de niños con autismo, para ayudarlos en su aprendizaje.	2014
	TEApp Lite	Android	Animar a niños con autismo a ser parte del mundo de los videojuegos, aplicación de carácter Lúdico.	2017
	José Aprende	Android	A través de rutinas específicas y utilizando estímulos visuales enseña a los niños a entender las emociones, y otros temas como aseo.	2016

Evaluación de aplicaciones de realidad aumentada para el tratamiento de niños y niñas con trastorno del espectro autista, basado en el estándar ISO/IEC 25010

	Preescolar Juegos en Español	Android	Diferentes juegos educativos para desarrollar el aprendizaje en niños con trastornos como el autismo. Una forma entretenida de enseñar mientras se juega.	2018
	AutisMIND	Android	Una aplicación multiusuario, que presenta ejercicios lúdicos que buscan mejorar las relaciones sociales de niños con trastornos como Autismo y Asperger.	2017
	Picto One	Android	Utiliza los estímulos visuales, auditivos y de comunicación, a través de pictogramas ARASAAC	2018
	#Soyvisual	Android	Busca mejorar el lenguaje, y comprensión oral.	2017
	Preescolar Aprende Números 123	Android	Destinado a niños prescolares, una manera divertida de aprender mientras se juega, puede ser utilizada por niños con necesidades especiales como el TEA.	2018
	SMART-ASD	Android	Evalúa competencias digitales relacionadas con el uso de los dispositivos inteligentes, recomienda aplicaciones que pueden ser una herramienta para niños con necesidades tales como el autismo.	2018
	Words in Pictures	IOS	Orientados a padres, docentes y tratantes de niños con TEA, es una herramienta basada en el uso de estímulos visuales.	2017
	El viaje de Elissa	Android	Videojuego que permite entender de mejor manera las necesidades de las personas con autismo.	2018
	Sonidos de animales	Android/IOS	Destinado a enseñar a los niños los sonidos de animales	2017
	Kids Alphabet Learning	Android/iOS	AR Alphabet Learning es una forma divertida de enseñar alfabetos en inglés a sus hijos.	2017
	Autimo- Descubra emociones	Android	Ayudar a comprender las diferentes expresiones y emociones faciales.	2018
	Leo Con Lula	IOS	Ayuda a la comprensión y de la comunicación escrita y oral.	2017
	Edumagicos ABC Español	Android/IOS	Ayuda en el aprendizaje de vocales y abecedario, a través del uso de RA.	2019
	PreSchoolGame AR	Android	Provee una nueva manera de enseñar a los niños. Se divertirán viendo como la realidad aumentada en 3D cobra vida con el marcador impreso	2019
	Looking for Booby	Android/iOS	Ayuda a evitar el sedentarismo en niños. Orientado en casos de niños diagnosticados con autismo, Asperger, diabetes, sobrepeso u obesidad, entre otros.	2019

Evaluación de aplicaciones de realidad aumentada para el tratamiento de niños y niñas con trastorno del espectro autista, basado en el estándar ISO/IEC 25010

	El sueño – Hablando con el arte	iOS	Aprendizaje Habilidades sensoriales, perceptivas y motoras.	2015
	Secuencias para Autismo	iOS	Permite generar secuencias personalizadas con fotos y sonidos del usuario, mejorando las habilidades sociales de los niños con autismo.	2015
	Augmented Class!	Android/iOS	Plataforma que permite la creación de contenido RA para la educación.	2019
	Expresiones de EdNinja	iOS	Ayuda con la interacción social de los niños a través del uso de expresiones y emociones.	2014
	DictaPicto	Android	Permite desplegar pictogramas usando la voz o escribiendo, ayuda a mejorar la comunicación oral y escrita.	2017
	Día a Día	Android/iOS	Un diario digital, el cual ayuda a mejorar la memoria en niños con autismo.	2016
	Sígueme	Android/IOS	Estimulación basal a la adquisición de significado con vídeos, fotografías, dibujos y pictogramas.	2015
	Fancy Zoo	Android/IOS	Fancy Zoo es una aplicación de aprendizaje interactivo para niños en educación temprana. Trae a los niños una nueva forma de ver animales en Realidad Aumentada	2019
	Animales Aumentada	Realidad Android/iOS	Ayudará a aprender sobre los animales y los sonidos que hacen	2017
	Socky para autismo	Android	Es un asistente personal que almacena palabras los niños para luego reproducirlas.	2018
	AR Animals	Android/iOS	Hace que el aprendizaje del alfabeto sea más interesante con la ayuda de RA.	2018
	Animal 360 AR	Android/iOS	Permite conocer a los animales en perspectiva 3D con sus respectivos sonidos	2019
	Moment AR	Android/iOS	Utiliza la RA para ayudar a las personas con autismo en habilidades sociales.	2019
	ARBI	Android/iOS	Esta aplicación te permitirá ver cómo los personajes del libro cobran vida con animaciones dentro de tu teléfono móvil.	2018
	Magic Coloring books	Android/iOS	Este libro permite interactuar a las personas con los colores de un libro tradicional y RA creando un ambiente mágico para el usuario	2018
	Chromeville	Android/iOS	Ayuda a la motricidad a través de páginas que pueden ser coloreadas, y junto a su tecnología de RA facilita el aprendizaje en niños.	2018

	Quiver	Android/iOS	Quiver combina la habilidad física de colorear con la tecnología de RA de última generación para brindar a tus hijos una experiencia mágica.	2019
	Alphabet	Android/iOS	Las tarjetas flash AR son una nueva forma de interactuar y hacer más entretenida el aprendizaje para niños.	2018
	Cats GO	Android/iOS	¡Atrapa gatos de bolsillo en la vida real! ¡Realidad aumentada! ¡Encuentra todos los gatitos de la ciudad, edificios y calles!	2019

Elaborado por: Investigador

2.3.5 Exclusión de Aplicaciones

Sí bien los diferentes sitios de búsqueda permiten parametrizar las mismas, los resultados arrojados pueden ser demasiado extensos e incluso equívocos para la labor de la presente investigación, razón por la cual se debe realizar una depuración de la lista mostrada anteriormente, tomando en consideración los siguientes parámetros de exclusión:

- **Realidad Aumentada.** - Es decir, la aplicación cuenta o no con esta tecnología, pues es aquella que se desea evaluar dentro de la investigación.
- **Orientada a niños.** - Indica si la aplicación está dirigida hacia niños del rango de edad entre 4-6 años.
- **Año de lanzamiento.** - Muestra la madurez de la aplicación y si fue desarrollada con los últimos componentes para realidad aumentada o no.
- **Sistema Operativo.** - Indica si la aplicación es soportada por los principales sistemas operativos, como son; Android y iOS.

A continuación, se muestra el proceso por el cual pasan las aplicaciones para el proceso de exclusión.

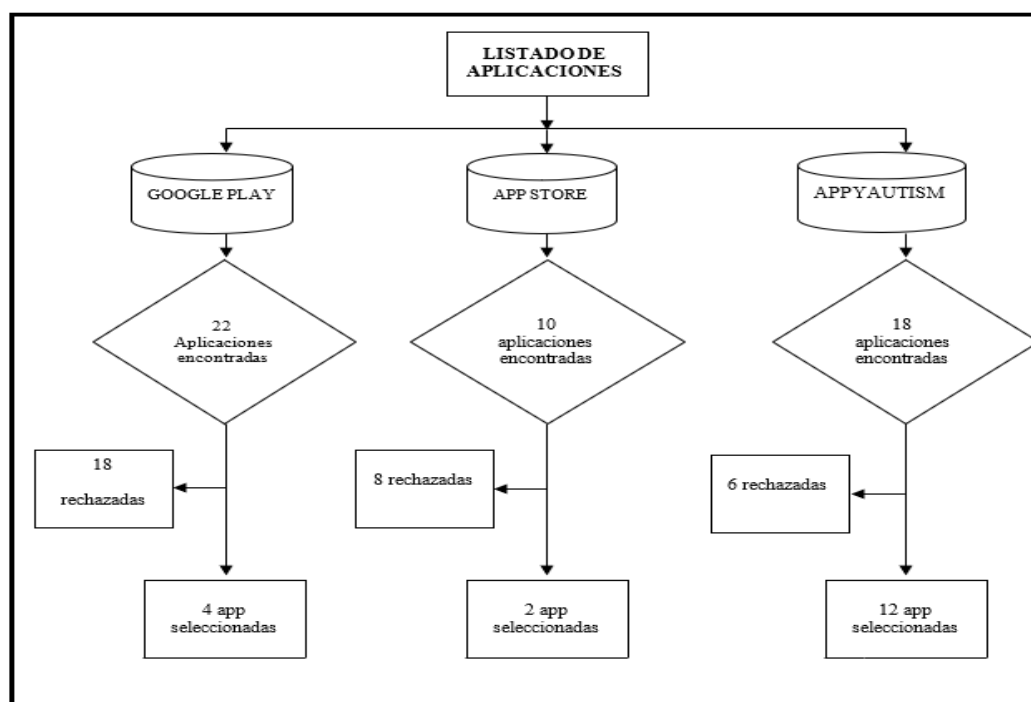


Figura 12. Proceso de exclusión de Aplicaciones

Fuente: Investigador

Como se puede evidenciar en el diagrama previo, de un total de 49 aplicaciones encontradas, tan solo el 35% están enfocadas a las necesidades de la presente investigación, teniendo así el siguiente listado final de 18 aplicaciones orientadas al TEA y que usan RA.

Tabla 10. Aplicaciones para el tratamiento del TEA basadas en RA

NOMBRE DE APLICACIÓN	S.O.	AÑO
Juana y Pascual	Android/iOS	2018
PleIQ	Android/iOS	2018
TEApp Lite	Android	2017
Kids Alphabet Learning	Android	2017
PreSchoolGame AR	Android	2019
Fancy Zoo	Android/iOS	2019
Looking for Booby	Android/iOS	2019
Augmented Class!	Android/iOS	2019
Animales Realidad Aumentada	Android/iOS	2017
AR Animals	Android/iOS	2018
Animal 360 AR	Android/iOS	2019
Moment AR	Android/iOS	2019
Magic Coloring books	Android/iOS	2018
ARBI	Android/iOS	2018
Alphabet	Android/iOS	2018
Chromeville	Android/iOS	2018
Cats GO	Android/iOS	2019
Quiver	Android/iOS	2019

Elaborado por: Investigador

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1 TIPO DE ESTUDIO

Esta investigación contiene un enfoque mixto cualitativo y cuantitativo. Se utiliza varias técnicas de investigación como entrevistas, encuesta y observación, realizadas a las personas del equipo multidisciplinario que fueron parte del proyecto, debido a que se evaluarán las diferentes aplicaciones de RA, las mismas serán utilizadas en un espacio experimental con un paciente diagnosticado con TEA.

3.1.1 Exploratorio

El alcance de este trabajo es de tipo exploratorio, debido a que existen pocos estudios relacionados a evaluaciones de aplicaciones de RA con un estándar ISO/ICE internacional y dirigidas al tratamiento de niños y niñas con TEA.

3.1.2 Descriptivo

Es tipo descriptivo debido a que se busca conocer de manera detallada la realidad respecto a cuan beneficioso puede resultar la inclusión de la RA en el tratamiento de niños con TEA, observando las interacciones del usuario con las aplicaciones.

3.2 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

El estudio de esta investigación se centra en dos modalidades como son la documental y de campo, como menciona en este caso Muñoz (1998) “en estas investigaciones se combinan en forma más o menos equitativa los dos tipos de investigaciones antes señaladas, mismo que pueden variar su tendencia según las condiciones y necesidades de la propia investigación”.

Esto se debe a que la comparativa debe realizarse sobre aplicaciones específicas, y sobre el mismo entorno, y además será documental porque el proceso y los resultados se respaldan en una metodología y en el sustento teórico de investigaciones previamente realizadas.

3.3 MÉTODO

Esta investigación está estrechamente relacionada con el método deductivo debido a que basa su desarrollo en evaluar diferentes aplicaciones de RA sobre un niño con TEA, permitiendo identificar si estas aplicaciones pueden resultar útiles o no para el tratamiento de estas personas.

3.4 POBLACIÓN

Para la presente investigación la población está compuesta el grupo de personas que se muestran en la siguiente tabla, quienes serán parte activa dentro del caso de estudio a desarrollarse en el capítulo siguiente.

Tabla 11. Población de la Investigación

Sujetos	Cantidad
Profesionales Psicología	2
Paciente diagnosticado con TEA	1
Profesionales TIC	2
Padres de Familia	2
Total	7

Elaborado por: Investigador

3.5 INSTRUMENTO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación tiene como estructura tres fases que permitirá cumplir con los objetivos previamente planteados, estas fases buscan brindar una visión clara de cómo se desarrollará el levantamiento de información y el análisis de esta.

Fase 1: Evaluación Técnica de las aplicaciones con en el estándar ISO 25010.

Fase 2: Recolección de información previa al uso de las aplicaciones por el paciente.

Fase 3: Recolección de información posterior al uso de las aplicaciones por el paciente.

A continuación, se detalla el ámbito de investigación y los participantes que conformaran las diferentes fases, de acuerdo con las habilidades necesarias para poder llevarlas a cabo.

3.6 ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de campo de esta investigación se realizará en la ciudad de Quito y se ha seleccionado el Centro Terapéutico Ludic Place como se muestra en la figura 13, este centro es administrado por las psicólogas Silvia Reyes y Paola Navarro, ubicado en las calles Isla Seymour N41 225 e Isla Floreana.

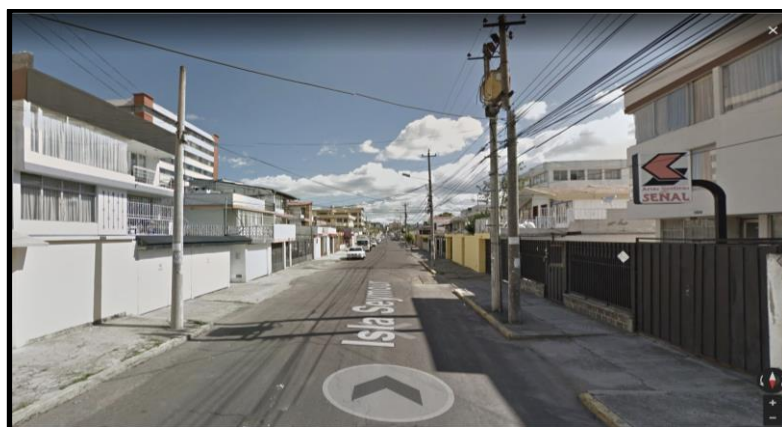


Figura 13. Ubicación Centro Terapéutico Ludic Place

Fuente: Investigador

Este centro brinda tratamiento a niños con trastorno del espectro autista, así como otros trastornos sociales y de aprendizaje que serán parte integral de esta investigación.

3.7 SELECCIÓN DE INFORMANTES

Los informantes son aquellas personas que nos proporcionarán información relevante sobre el niño a tratar, incluyendo por supuesto al niño mismo, es decir, personas cercanas al niño, así como profesionales que nos permitan desarrollar las fases antes descritas; se han establecido cuatro grupos de informantes que se muestran a continuación.

Tabla 12. Informantes grupo 1 – Niño con TEA

GRUPO 1: Niño con TEA	
Criterios de Inclusión	
• Niño o niña diagnosticado con TEA • Tratado por el Centro Ludic Place • Edad entre los 4 -6 años. • Acuerdo de autorización firmado por sus representantes legales.	
Criterios de Exclusión	
• Estar diagnosticado con otros trastornos ajenos al TEA • Edades menores a 4 años o superiores a 6 años • No mostrar interés en el proyecto • No ser parte de los tratantes del Centro Ludic Place	

Elaborado por: Investigador

Para la selección de los informantes del grupo dos, personas cercanas al niño con TEA, se consideran aquellas personas que conviven una gran cantidad de tiempo: padres, profesores o personas que estén a cargo de sus cuidados.

Tabla 13. Informantes grupo 2 – Personas cercanas al niño con TEA

GRUPO 2: Personas cercanas al Niño con TEA
Criterios de Inclusión
• Tener relación directa con el niño o niña diagnosticado con TEA • Poder describir el comportamiento del niño • Estar de acuerdo con el estudio a realizar • Autorización para realizar entrevistas parte del estudio
Criterios de Exclusión
• Falta de tiempo para apoyar el estudio • Dificultad para entender al niño • No mostrar interés en el proyecto

Elaborado por: Investigador

En el grupo tres de informantes lo conforma profesionales en el tratamiento del TEA.

Tabla 14. Informantes grupo 3 – Profesionales en tratamiento del TEA

GRUPO 3: Profesionales en el tratamiento del TEA
Criterios de Inclusión
• Poseer estudios en psicología o ciencias de la educación • Tener experiencia de haber tratado niños con TEA • Estar de acuerdo con el estudio a realizar
Criterios de Exclusión
• Falta de tiempo para apoyar el estudio • Dificultad para entender al niño • No mostrar interés en el proyecto

Elaborado por: Investigador

El grupo cuatro deberá contener personas cuya experticia sea la tecnología y entienda el objetivo de esta investigación.

Tabla 15. Informantes grupo 4 – Profesionales en TIC

GRUPO 4: Profesionales en TIC
Criterios de Inclusión
• Poseer estudios en TIC o afines • Tener experiencia en el uso de aplicaciones de RA • Estar de acuerdo con el estudio a realizar • Autorización para realizar entrevistas parte del estudio
Criterios de Exclusión
• Falta de tiempo para apoyar el estudio • No mostrar interés en el proyecto

Elaborado por: Investigador

La siguiente tabla muestra como participaran los grupos definidos en cada fase del proyecto.

Tabla 16. Grupo de participantes por fase

	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Grupo 1: Niño con TEA	No	Sí	Sí
Grupo 2: Personas cercanas al niño o niña	No	Sí	Sí
Grupo 3: Profesionales TEA	Sí	Sí	Sí
Grupo 4: Profesionales TIC	Sí	Sí	Sí

Elaborado por: Investigador

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 FASE 1: EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS APLICACIONES CON REALIDAD A UTILIZAR

4.1.1 Participantes

Como se ha definido previamente, en esta fase los grupos que participarán son el tres y cuatro, respectivamente, esto con la finalidad de evaluar que las aplicaciones a usar con la niña con TEA sean las más idóneas buscando que las mismas sean fáciles de utilizar, para el paciente, tanto desde el punto de vista técnico como clínico.

4.1.2 Procedimiento

Se realiza mediante el uso del estándar ISO 25010 y su característica usabilidad, y con ayuda de profesionales en psicología y el autor de este proyecto, buscando evaluar si las aplicaciones listadas en el estado del arte desarrollado en el capítulo II, cumplen con el estándar y la característica mencionada de usabilidad, así como si pueden ser ingresadas como parte del tratamiento de un paciente con TEA.

4.1.3 Evaluación de Usabilidad de aplicaciones con RA

Con las métricas establecidas anteriormente se procederá a evaluar cuales de estas cumplen con las características y sub-características de usabilidad del estándar ISO 25010.

Para esto se procedió a generar la tabla matriz número 17, que utilizará una escala del: 1 al 5; donde, 1 poco satisfactorio y 5 es muy satisfactorio, de tal manera que se evidencie desde el punto de vista técnico si las aplicaciones cumplen o no con las características de usabilidad mencionadas en el numeral 1.2

A modo de ejemplificación se muestran imágenes de cómo se evaluó las aplicaciones y como se llegó a la conclusión de si cumplen o no, con las sub-características mencionadas en el estándar ISO 25010. Para la siguiente figura puede observar cómo se evaluó la capacidad de aprendizaje, tomando como referencia si la aplicación cuenta o no con un manual de usuario.



Figura 14. Capacidad de aprendizaje - manual de usuario

Fuente: Investigador

Para la evaluación de la sub-características de accesibilidad uno de los parámetros a evaluar fue el soporte de varios idiomas, como se observa en la siguiente figura



Figura 15. Accesibilidad – idiomas soportados

Fuente: Investigador

Evitar errores en la operación de la aplicación involucra que la misma tenga las diferentes opciones de uso lo suficientemente claras para que el usuario no cometa un error de manera involuntaria, en el caso de la aplicación Animales Realidad Aumentada y como muestra la figura, la aplicación no indica claramente la distancia mínima y superficie adecuada a la cual se debe enfocar la cámara para recrear la imagen en RA, lo que provoca errores al momento de utilizarla, por lo cual esta aplicación no cumple plenamente con esta sub-características.

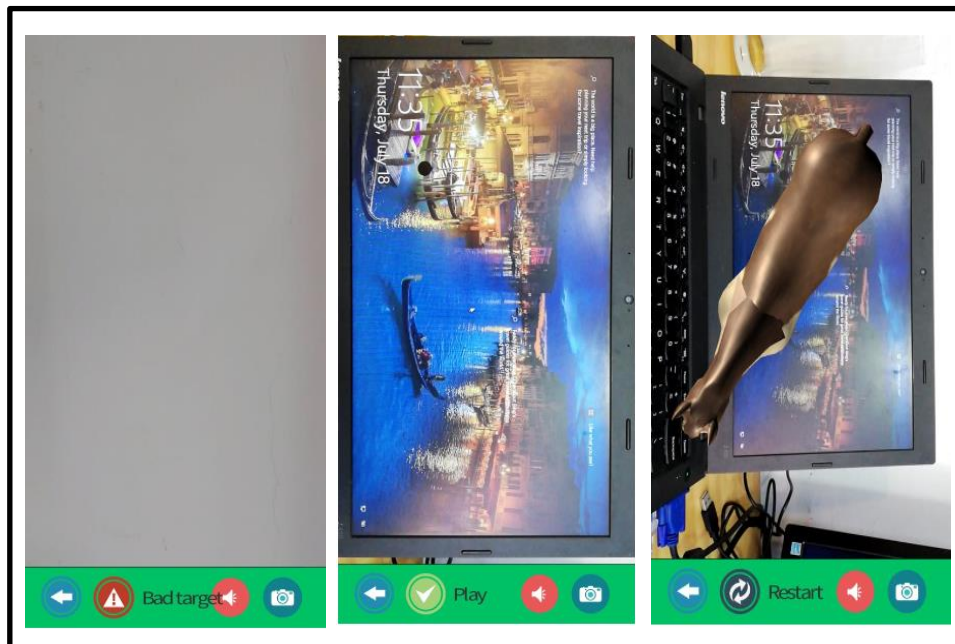


Figura 16. Protección contra errores de usuarios – evitar error en la operación

Fuente: Investigador

Muchas de las veces al usar una aplicación, lo primero que se desea es poder personalizar la apariencia del avatar³, es decir, seleccionar el personaje con nuestro género, tipo y color de ropa entre otras características.

³ Avatar: Representación virtual de un usuario dentro de un videojuego



Figura 17. Capacidad para ser usado – personalización de la UI

Fuente: Investigador

La siguiente figura muestra la descripción completa de la aplicación Quiver, regularmente se encuentran en los markets y permiten al usuario conocer si la aplicación es lo que desean o no para su propósito.

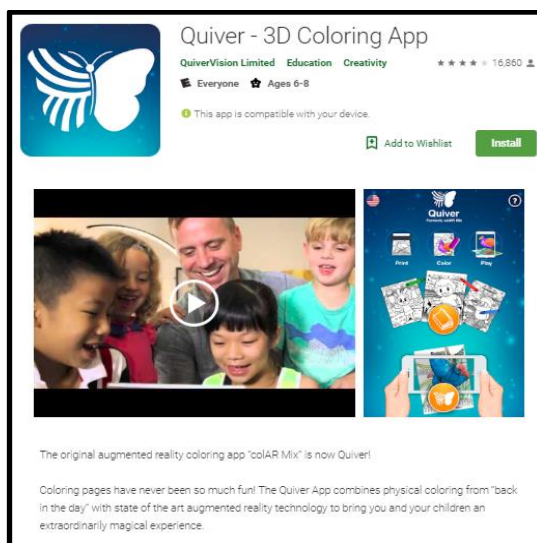


Figura 18. Capacidad para ser reconocer su adecuación – descripción completa

Fuente: Investigador

Ya ejemplificada la manera de evaluar, la siguiente tabla muestra la calificación de cada aplicación con la escala ya mencionada, para posteriormente realizar la suma de todas las sub-características y dividirla entre 6, teniendo un valor total sobre 5 y poder determinar cuáles son aquellas que cumplen con el estándar ISO 25010.

Tabla 17. Evaluación de Calidad de las aplicaciones de RA, ISO 25010

ESTÁNDAR ISO/IEC 25010: USABILIDAD							
Aplicación	Adecuación	Aprendizaje	Uso	Control de Errores	Interfaz de usuario	Accesibilidad	TOTAL
Juana y Pascual	3	4	3	3.5	4	3	3.6
PleIQ	4	3	3	3.5	4	4	3.6
TEApp Lite	4.5	4	4	3.5	4	3	3.8
Kids Alphabet	4	4	4	3	3	3.5	3.6
PreSchool Game	4	3	4	3	4	3.5	3.6
Looking Booby	3	3	3	3	4	3	3.5
AugmentedClass	3	3	3	3	3.5	3	3.1
Fancy Zoo	4	3	4	3.5	4	3	3.6
Animales RA	4	3	3	3.5	3.5	3.5	3.4
AR Animals	5	4	5	4	3.5	3	4.1
Animal 360	3	4	4	3	3	3	3.3
Moment AR	4	4	3	4	4	3.5	3.8
Magic Coloring	4	3.5	4.5	4	5	3	3.8
ARBI	4	3	4	4	4	3	3.7
Alphabet	5	4	5	4	5	3	4.3
Chromeville	3	4	4	4	5	4	4
Cats GO	3	3	4	3.5	3	3.5	3.3
Quiver	5	3.5	4	3.5	4	3.5	3.9

Elaborado por: Investigador.

4.1.4 Selección de aplicaciones para tratar al niño con TEA

Concluida la evaluación de las aplicaciones con el estándar ISO 25010 se logró identificar que técnicamente las aplicaciones AR Animals, Alphabet y Quiver cumplen con las características y sub-características de usabilidad, de manera técnica.

No obstante, por recomendación clínica las aplicaciones que se utilizaran sobre el paciente diagnosticado con TEA para evaluar si las aplicaciones de RA pueden mejorar sus deficiencias en el espacio cognitivo, son AR Animals y Alphabet esto debido a lo amigable del entorno que las mismas proveen para este tipo de personas.

4.1.4.1 AR Animals

Esta aplicación tiene como objetivo utilizar la RA en el aprendizaje y enseñanza de los animales de un modo divertido y fácil, para ello agrega estímulos visuales y auditivos que generan un entorno comfortable para el usuario.

Evaluación de aplicaciones de realidad aumentada para el tratamiento de niños y niñas con trastorno del espectro autista, basado en el estándar ISO/IEC 25010

Su uso es sencillo, solo se debe enfocar la cámara hacia los pictogramas descargados de la web y que se muestran en el Anexo A, como se indica en la figura siguiente.

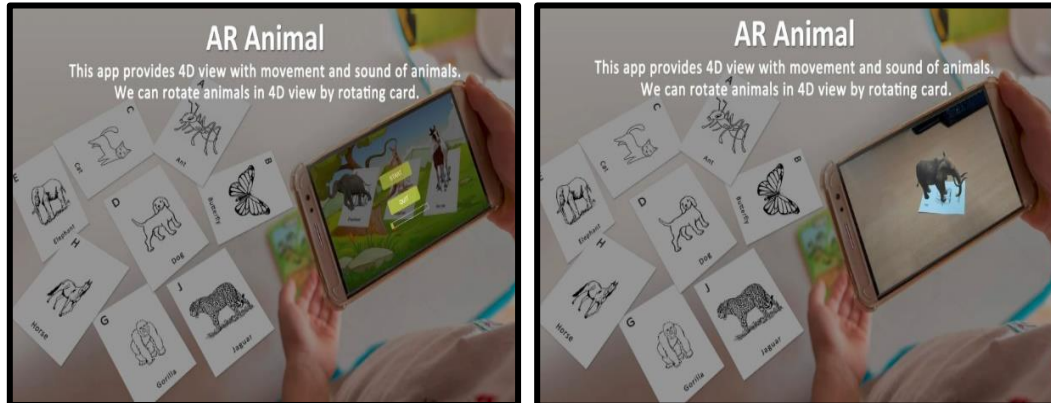


Figura 19. Aplicación AR Animals

Fuente: Investigador

4.1.4.2 Alphabet FlashCards

Esta aplicación tiene entre sus méritos ser la ganadora de la edición 2013 de Edublog, y su última versión fue lanzada en el 2018, enseña las letras del alfabeto a través de imágenes de animales que se muestran RA con sus respectivos sonidos, de manera colorida y divertida

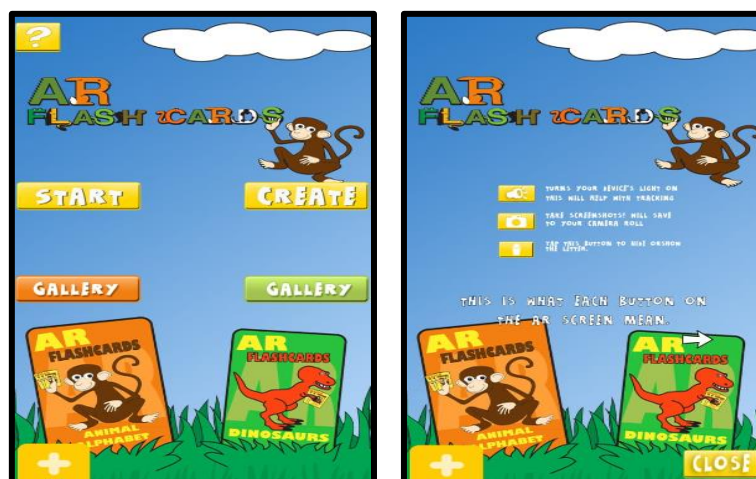


Figura 20. Aplicación Alphabet FlashCards

Fuente: Investigador

Su uso es sencillo, basta enfocar los pictogramas para visualizar la imagen deseada, en el botón superior izquierdo se pueden apreciar las indicaciones, como se muestra a continuación.



Figura 21. Indicaciones de uso Alphabet FlashCards

Fuente: Investigador

A continuación, se muestra un ejemplo de cómo se proyecta la imagen en RA usando la aplicación, se pueden evidenciar todos los pictogramas en el Anexo B

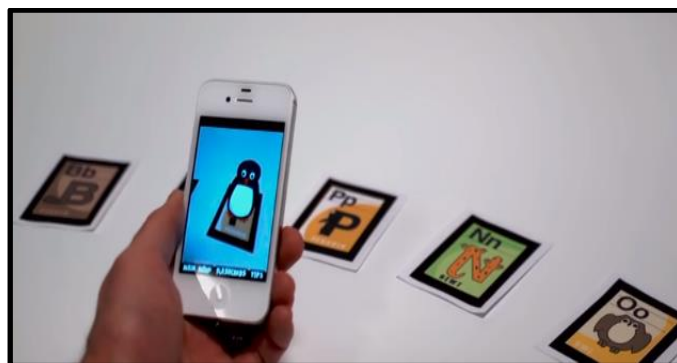


Figura 22. Aplicación Alphabet FlashCards

Fuente: Investigador

4.2 FASE 2: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PREVIA AL USO DE LAS APLICACIONES POR EL PACIENTE

4.2.1 Participantes

En esta fase participarán los grupos de informantes uno, dos y tres, pues son ellos quienes tienen el conocimiento necesario para levantar la línea base que servirá para contrastar con los resultados posteriores al uso de la aplicación por parte del niño con TEA.

4.2.2 Procedimiento

La medición de las capacidades en niños puede resultar una tarea compleja, más aún si poseen algún tipo de deficiencia o trastorno que dificulta analizarlas; es por ello por lo que varios investigadores como Pinilla (1999), Albores, Hernández, Díaz y Cortés (2008) han desarrollado escalas aplicables a niños, donde se puedan medir de manera correcta sus habilidades y desarrollo.

Si bien ya se seleccionaron las aplicaciones para utilizarla con el infante diagnosticado con TEA, también se debe definir una línea base que es la forma en como el niño reacciona frente a ciertos estímulos, tales como irritabilidad, estrés, y demás, previo al uso de las aplicaciones.

En la primera sesión entre el paciente y el tratante se procederá a levantar la línea base a través del uso de la Escala Abreviada de desarrollo del Dr. Nelson Ortiz Pinilla, definida en el numeral siguiente.

4.2.2.1 Escala abreviada del desarrollo

La escala abreviada del desarrollo de Ortiz Pinilla (1999) es un instrumento diseñado para realizar una valoración global y general de determinadas áreas o procesos de desarrollo como los que se menciona seguidamente.

- **Área motricidad gruesa:** maduración neurológica, control de tono y postura, coordinación motriz de cabeza, miembros, tronco.
- **Área motriz fino-adaptativa:** capacidad de coordinación de movimientos específicos, coordinación intersensorial: ojo-mano, control y precisión para la solución de problemas, cálculo de distancias y seguimiento visual.
- **Área audición-lenguaje:** evolución y perfeccionamiento del habla y el lenguaje: orientación auditiva, vocalización y articulación de fonemas.
- **Área personal-social:** procesos de iniciación y respuesta a la interacción social, dependencia-independencia, expresión de sentimientos y emociones.

4.2.2.2 Principales deficiencias de niños con TEA

Posterior al estudio realizado en el capítulo I, los siguientes numerales muestran las principales deficiencias de las niñas con autismo; las cuales serán evaluadas por padres de familias o personas cercanas a ella y por supuesto la psicóloga tratante; para poder recopilar los datos de manera correcta a través de una matriz de conducta y emociones.

4.2.2.2.1 Comunicación no verbal

Es común que los niños con un trastorno del espectro autista no puedan hacer gestos para dar significado a lo que dicen. Sin esta posibilidad resulta difícil para ellos hacerse entender, llegando en ocasiones a frustrarse al no poder expresar sus emociones, pensamientos de manera natural, algunos ejemplos de comunicación no verbal son:

- Señalar objetos
- Expresiones faciales
- Caricias y posturas

4.2.2.2.2 Interacción Social

Hace referencia a como el niño que posee el trastorno del espectro autista se relaciona con quienes lo rodean, utilizando para ello varios elementos tales como:

- Lenguaje
- Contacto visual
- Compromiso social (ayuda)

4.2.2.2.3 Actividades Repetitivas

Los niños con TEA regularmente hablan y dicen cosas carentes de sentido o ajenas a la conversación en la cual se encuentran. También tienen a repetir continuamente las palabras que han escuchado, lo que se conoce como ecolalia que no es más que repetir las palabras que alguien acaba de decir.

4.3 FASE 3: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN POSTERIOR AL USO DE LAS APLICACIONES POR EL PACIENTE

4.3.1 Participantes

En esta fase participarán todos los grupos antes definidos, de hecho, esta es la parte modular de esta investigación donde interactuaran todas las personas involucradas para la toma de información mientras el niño hace uso de las aplicaciones con RA.

4.3.2 Procedimiento

El procedimiento para la recolección de datos será a través de sesiones entre la especialista y el paciente.

Esta sesión no deberá exceder los 20 minutos, y en ella el paciente hará uso de las aplicaciones seleccionadas, en esta sesión deben participar todas las personas involucradas con la finalidad de observar el desenvolvimiento de la niña durante la sesión.

Este trabajo se propone un caso de estudio real de autismo y la inclusión de las aplicaciones que hacen uso de RA previamente seleccionadas a su tratamiento, así como de las fases ya definidas.

Para esta labor se desarrollará un plan curricular didáctico basado en la materia de afinidad de V⁴, adicionalmente se contará con profesionales en psicología, profesionales técnicos, padres de familia y finalmente una niña, de 5 años diagnosticada con TEA.

Las instrucciones de uso de las aplicaciones deben estar establecidas de manera clara por los profesionales técnicos y psicología quienes deben dar una breve inducción a la niña de cómo utilizarla, o a su vez, ser la especialista quién use la aplicación y lleva a cabo la experimentación.

Una vez concluidas las sesiones, se realizaron las entrevistas definidas en el numeral 3.4 para poder completar las matrices de conducta y emociones, interacción del paciente con las aplicaciones, y plan curricular; con las cuales se concluye que los resultados son favorables posterior al uso de aplicaciones con RA.

4.4 ENTREVISTAS DE EVALUACIÓN

Gracias al uso de las entrevistas es posible obtener la información necesaria para plasmar los resultados de la intervención del paciente con las aplicaciones de RA, permitiendo así completar las matrices mencionadas en el numeral 3.5; estas entrevistas deben ser usadas en las fases 2 y 3, respectivamente, por los participantes de estas.

Para la evaluación de las entrevistas se usó la escala de Likert de la siguiente manera y de acuerdo con el objetivo de esta.

⁴ V Iniciales del nombre de la paciente con TEA que participa en el estudio.

Tabla 18. Escala de Likert

ESCALA DE LIKERT				
1	2	3	4	5
Muy mal / Totalmente desacuerdo	Muy bien/ en desacuerdo	Bien/ ni de acuerdo ni desacuerdo	Bastante bien/ de acuerdo	Muy bien/ Totalmente de acuerdo

Fuente: Guilbault y Hjelm (1991)

4.4.1 Entrevista de conducta y emociones

El objetivo principal de esta entrevista es identificar si las principales deficiencias del TEA ya mencionadas mejoran o no, posterior al uso aplicaciones con RA, así como obtener información sobre las conductas y emociones que el paciente presentará en cada una de las sesiones.

4.4.2 Entrevista de interacción con las aplicaciones

Esta entrevista es de carácter técnico, sin embargo, también importante recolectar información desde el punto de vista clínico, por lo cual se la debe realizar a todos los participantes involucrados en las sesiones donde exista interacción entre el paciente y las aplicaciones de RA; su objetivo es identificar la adaptación de los niños con las aplicaciones.

4.4.3 Entrevista de Plan Curricular

Su objetivo es validar si los logros establecidos en la matriz del plan curricular se cumplieron posterior al uso de las aplicaciones con realidad aumentada.

4.5 MATRICES DE EVALUACIÓN

Mediante el uso de matrices se podrá realizar una valoración cualitativa respecto a si las aplicaciones de RA pueden ser o no consideradas dentro del tratamiento para el TEA, así como si su utilización en un caso de estudio mejoró las deficiencias que la niña posee.

Los entornos por evaluar son áreas emocionales y conducta, conocimiento y aprendizaje respecto a un plan curricular e interacción del paciente con la tecnología de RA.

4.5.1 Matriz de conducta y emociones

Con la siguiente matriz se podrá identificar las deficiencias del niño y el nivel de satisfacción posterior al uso de la aplicación.

Las medidas utilizadas tendrán una escala que va desde poco, medio a alto; y las áreas a evaluar son las deficiencias de los niños con TEA.

Tabla 19. Matriz de conductas y emociones de niño con TEA

Escala de medición de conducta y emociones				
Totalmente en desacuerdo	Desacuerdo	Ni de acuerdo Ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Comunicación Verbal				
Comunicación no-verbal				
Contacto Visual				
Emociones				
Nivel de stress				

Elaborado por: Investigador

4.5.2 Matriz de interacción con las aplicaciones

La matriz que se muestra a continuación se enfoca de manera técnica, y su propósito es conocer si la adaptación del niño con TEA y la tecnología de RA es viable como para incluirla en tratamientos del trastorno.

Tabla 20. Matriz de interacción con las aplicaciones

Escala de medición de adaptación niño-aplicación					
	Muy Mal	Mal	Bien	Bastante Bien	Muy Bien
Nivel de Adaptación con RA					
Nivel tolerancia al uso de RA					
Nivel de satisfacción de RA					
Facilidad de Uso de RA					
Facilidad de aprendizaje de RA					

Elaborado por: Investigador

4.5.3 Matriz de Plan Curricular

Un plan curricular es una estrategia para el aprendizaje en un determinado tema. El objetivo de esta matriz de plan curricular es buscar que la niña con TEA reconozca e identifique los animales y sus sonidos, se evalúa mediante indicadores: cognitivos, procedimental y comunicativos, de la siguiente manera.

Tabla 21. Matriz Plan Curricular

ASIGNATURA SELECCIONADA			
Tema Seleccionado			
Contenidos	Criterios de evaluación	Logros	Indicadores
Contenido A	¿Evaluación Inicial acerca del contenido A?	Mejoras relacionadas al contenido A	Métricas de medición

Elaborada por: Investigador

4.6 CASO DE ESTUDIO

En el presente trabajo de fin de grado se propone un caso de estudio real de autismo y la inclusión de las aplicaciones con realidad aumentada previamente seleccionadas a su tratamiento, así como de las fases y procedimientos ya definidas.

A mediados del 2016, la paciente cuyo nombre se mantendrá en anonimato, que a partir de este momento se la nombrará “V”, fue referida al Centro de Servicios terapéuticos Ludic Place diagnosticada con Trastorno Generalizado del Desarrollo – Autismo (CIE10 / F84.0) con la finalidad de recibir terapia psicopedagógica y de lenguaje.

A continuación, se enumeran las principales características del estudiante al momento de ingresar al centro respecto a los déficits en la comunicación e interacción social, el estudiante inicialmente presentaba dificultades a la hora de iniciar una conversación y de mantener el contacto visual con el interlocutor; asimismo, tiene poco interés en las relaciones sociales tanto con otros niños como con adultos y únicamente habla de intereses propios.

También se encontró patrones de comportamiento, interés y actividades restringidas y repetitivas, donde se observaba que el alumno tenía pocas estereotipias motoras, sin ser autolesivas ni absorbentes; en cuanto a los estímulos sensoriales, presentaba una conducta de rechazo a ciertos sonidos y al contacto físico.

Previo a las primeras evaluaciones realizadas se logró identificar que la paciente mostraba ciertas características muy marcadas tales como:

- Dificultad de trabajos en escritorio
- Agresividad
- Afinidad con el idioma inglés
- Actividades repetitivas
- Interacción verbal escasa
- Rechazo a estímulos sensoriales
- Desface emocional



Figura 23. Cuaderno de trabajo de V

Fuente: Investigador

Es importante indicar que para el caso de estudio se cuenta con el consentimiento informado autorizado por parte de la madre de la paciente, misma que se encuentra en el anexo C.

4.6.1 Plan de Trabajo

Se diseña de un plan curricular de intervención con el objetivo de entrenar las capacidades visuales y auditivas del paciente; la idea es sacar provecho de una de las características más desarrollada en un niño con TEA como es la memoria visual y así mejorar la comunicación y lenguaje.

El plan de trabajo se realizó en cuatro sesiones donde la alumna con TEA tuvo la oportunidad de aprender, los contenidos perseguidos en la propuesta didáctica presentada la que incluía el uso de RA. En este contexto se ingresan en el experimento dos aplicaciones que se evaluaron de acuerdo con los estándares propuestos y se desarrolló un plan curricular didáctico basado en la materia de afinidad de V, Ciencias Naturales y bajo el tema Animales.

Adicionalmente en el estudio se contó con la participación de un equipo de profesionales en psicología y tecnología, y el acompañamiento de los padres de familia.

4.6.1.1 Características generales

Para el desarrollo y aplicación de esta investigación el paciente debe cumplir con las siguientes características.

- Edad del Paciente (4-6 años)
- Diagnosticado con TEA
- Duración de las sesiones (20 minutos)
- Número de sesiones 4

4.6.1.2 Componentes Básicos

Los componentes básicos para la intervención académica de alumnos con TEA son los siguientes:

- Enfoque individualizante, es decir, en el inicio del proceso se realiza un plan de manera detallada de acuerdo con las características de la niña.
- Proporcionar ayudas de aprendizaje específicas de autismo, incluyendo planes de estudio y ajustes adecuados del entorno.
- Proporcionar los apoyos necesarios y el uso de diferentes estrategias de enseñanza.
- El uso de un enfoque de apoyo conductual positivo en los trastornos de conducta.
- Un trabajo en equipo, que incluye la familia y los profesionales.

Para este espacio de experimentación y una vez elegido el software a utilizar, el siguiente paso fue definir una estrategia académica. Lo primero que se realizó fue una evaluación tanto del paciente como los entornos con los cuales tiene afinidad, de tal manera que se pueda escoger un plan curricular acorde con sus necesidades.

De esta manera se desarrolló un contexto educativo particular y ajustado a las características de V; por tal razón, se utilizó las aplicaciones con RA en el espacio de Ciencias Naturales, siendo el tema escogido los animales, esto también como sugerencia de las tratantes debido a la afinidad del paciente con este entorno.

El objetivo del plan curricular es que V reconozca e identifique los animales y sus sonidos, realizando la evaluación mediante indicadores: cognitivos, procedimental y comunicativo como se define en la siguiente tabla.

Tabla 22. Estrategia Curricular Seleccionado para V

Ciencias Naturales			
Tema: “Los animales”			
Contenidos	Criterios de evaluación	Logros	Indicadores
Animales Domésticos	¿Reconoce los animales sus características, forma, variedad, tamaño y los diferentes sonidos que emiten?	Luego de las sesiones, V, sea capaz de reconocer e identifica diferentes animales y sus sonidos	Indicador Cognitivo: Identifica animales
Animales Salvajes	¿Encuentra los animales en un grupo de varios de ellos?	Luego de las sesiones, V, sea capaz de encontrar un animal específico dentro de un grupo de animales.	Indicador Procedimental: Encuentro animales
	¿Describe los animales con sus principales características?	Luego de las sesiones, V, sea capaz de describir a los animales con sus principales características.	Indicador Comunicativo: describo animales

Elaborado por: Investigador

4.6.1.3 Procedimiento de Caso de Estudio

4.6.1.3.1 Sesión 1

Consiste en levantar una línea base de las capacidades cognitivas del paciente, evaluando con la escala mencionada, para lo cual se realizarán los siguientes pasos:

- Evaluación de la paciente por parte de la Psc. Silvia Reyes donde se aplicó la escala abreviada de desarrollo de Nelson Ortiz Pinilla.



Figura 24. Sesión de trabajo de V

Fuente: Investigador

La información de la línea base levantada en esta sesión se encuentra de manera detallada en el Anexo E.

4.6.1.3.2 Sesión 2

Consiste en incluir pictogramas físicos tradicionales con la paciente, para lo cual se realizarán los siguientes pasos:

- Familiarizar al paciente con los colores y animales previamente seleccionados.
- Incluir 4 pictogramas clásicos de animales previstos por la aplicación ya seleccionada AR Animals, incluyendo colores para su asociación (similar a un rompecabezas).
- Adaptar al paciente con los colores y animales previamente seleccionados, siendo estos, elefante, hormigas, mono y mariposa.

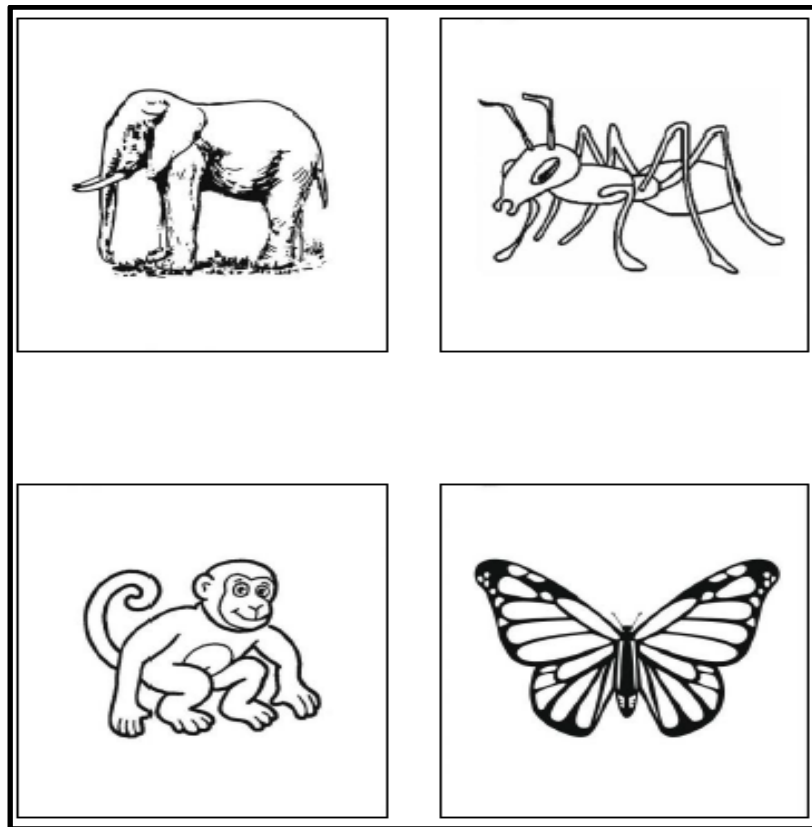


Figura 25. Pictogramas de sesión de trabajo 2

Fuente: Virinchisoftware (2017)

4.6.1.3.3 Sesión 3

Consiste en la inclusión de la aplicación móvil con realidad aumentada y familiarización de esta con el paciente.

- Familiarización del paciente con la Tablet y aplicaciones.
- Selección de los 4 pictogramas virtuales (mismos de la Sesión 1).

En este espacio la niña mostró curiosidad el momento de inicio la sesión, en cuanto se ingresó el primer pictograma que corresponde a la mariposa expresó sorpresa y asombro, ya que podía ver una imagen virtual acogedora, generando reacciones en la paciente tales como la de imitar el vuelo de la mariposa, mediante la elevación y movimiento reiterado de sus brazos



Figura 26. Pictogramas con realidad aumentada, Sesión 3

Fuente: Virinchisoftware (2017)

. Así mismo se evidenció que su nivel de estrés se redujo considerablemente y que al finalizar la sesión su predisposición para realizar otras tareas era mejor.

4.6.1.3.4 Sesión 4

Consiste en la inclusión de nuevos pictogramas virtuales ahora de la aplicación Alphabet y finalización de la toma de datos para la posterior comparativa.

Para facilitar la exposición por parte del alumno, en esta sesión se realizaron dos de las actividades observadas en las sesiones anteriores, como se muestra en las siguientes figuras.

- Familiarizar al paciente con los colores y animales previamente seleccionados (Aplicación Alphabet FlashCards).
- Incluir 2 nuevos pictogramas virtuales (mismos de la Sesión 2).

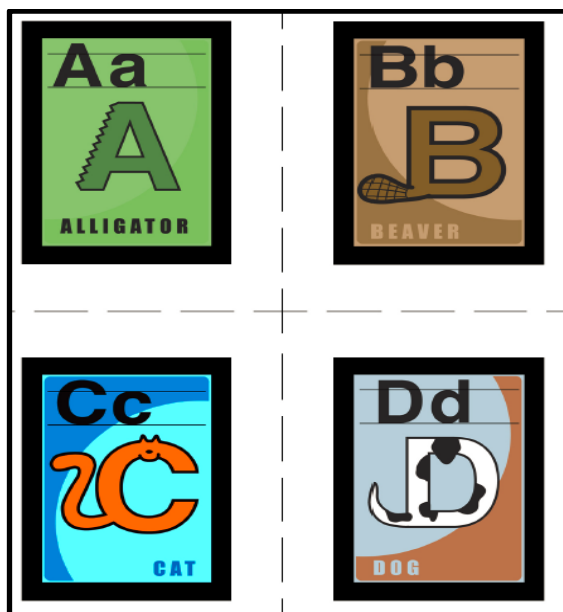


Figura 27. Pictogramas Sesión de trabajo 4

Fuente: ARFlashCards (2019)



Figura 28. Sesión de trabajo 4 con Realidad Aumentada

Fuente: Investigador

Con esta sesión se pretendió que el alumno superara las dificultades comunicativas que presentan las personas con TEA. En la última sesión desarrollada, el alumno interactuó con 25 tarjetas pictogramas.

4.6.2 Evaluación del caso de estudio

La evaluación de estas sesiones se realizó a través de entrevistas y observación a las especialistas que llevaron a cabo las sesiones para identificar si los indicadores mencionados en el numeral 3.6.1.2, plan curricular, se cumplieron por parte del niño con TEA.

La participación directa en el experimento posibilitó la extracción de conclusiones evidentes, tales como:

- V sentía alegría al ver sus pictogramas favoritos
- V imitaba los movimientos de los animales favoritos.
- V asoció elementos virtuales con elementos reales.

4.6.3 Resultados del caso de estudio

La recolección de datos para el análisis de resultados en el caso de estudio se realiza a través de dos mecanismos, entrevistas aplicadas a los participantes del estudio y observación clínica por parte de las especialistas.

Las entrevistas fueron creadas mediante la plataforma Google Forms⁵ y gracias a los resultados, se realizó el análisis correspondiente a conducta, emociones e interacción del paciente con las aplicaciones de RA posterior a su uso, además las especialistas generaron un informe psicológico basado en observación clínica, mismo que se encuentra en el Anexo I

4.6.3.1 Resultados de entrevistas de emociones y conductas

Esta recolección de datos de carácter cualitativo se muestra en el Anexo F y tiene la intención de recoger información importante de las conductas y emociones del niño luego de la intervención realizada con aplicaciones que utilizan RA, en los siguientes aspectos:

⁵ Google Forms: Herramienta de la suite de Gmail que permite crear entrevistas y encuestas, para recolección y análisis de datos.

- **Comunicación Verbal**

En lo que respecta a la comunicación verbal al final de la intervención los profesionales están de acuerdo en que la comunicación verbal de V ha mejorado posterior al uso de las aplicaciones de RA, es decir, el paciente logró establecer conversaciones y mejorar su comunicación.

- **Comunicación No Verbal**

En lo que respecta a la comunicación no-verbal al final de la intervención, los especialistas concuerdan que la paciente tuvo mejoría en su comunicación no verbal que la paciente utilizó gestos, sonidos e imitaciones de los animales durante las sesiones.

- **Contacto Visual**

En lo que respecta al contacto visual, al final de la intervención se verificó que su mirada se enfocaba en animales con los cuales sentía afinidad y que le resultaban familiares.

- **Emociones**

En lo que respecta a las emociones al final de la intervención. La emoción generada posterior al uso de RA en la paciente fue una de las características más notables y las profesionales lo recalcan, risas, asombro, felicidad, alegría, entre otras, fueron las emociones más sobresalientes dentro de las sesiones.

- **Nivel de estrés**

En lo que respecta al nivel de estrés al final de la intervención, fue uno de los parámetros más notorios posterior al uso de la aplicación de RA, la paciente logró calmar su nivel de estrés durante las sesiones, mostrándose más apacible y relajada para la ejecución de tareas. Al preguntar a los especialistas acerca de este aspecto todos están totalmente de acuerdo en la mejoría en torno a este aspecto e incluso sorprendidos por la manera en cómo ayudó a cambiar la irritabilidad mostrada en una de las sesiones.

Con esta información recabada se puede completar la matriz antes establecida para evidenciar de manera sintetiza los resultados respecto a la conducta y emociones de V.

Tabla 23. Matriz de conductas y emociones de V

	Escala de medición de conducta y emociones				
	Totalmente en desacuerdo	Desacuerdo	Ni de acuerdo Ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Comunicación Verbal				•	
Comunicación no-verbal				•	
Contacto Visual				•	
Emociones					•
Nivel de stress					•

Elaborado por: Investigador

4.6.3.2 Resultados de entrevistas de Interacción con las aplicaciones

Su objetivo fue evaluar cómo fue la relación paciente-aplicación durante las sesiones de trabajo realizadas, para la evaluación de las entrevistas se hará uso la escala de Likert se pregunta a los profesionales técnicos y equipo tratante que participan.

- **Nivel de Adaptación con RA**

Pregunta: ¿Al finalizar la intervención, indique el Nivel de Adaptación de la paciente con Realidad Aumentada?

Análisis: Gracias a esta pregunta podemos determinar que desde el punto de vista de los participantes de la investigación que el nivel de adaptación de la paciente con la RA fue bueno, es decir, la inclusión de la esta tecnología fue bien recibida por la paciente, se mostró curiosa con cada una de las aplicaciones agregadas a las sesiones.

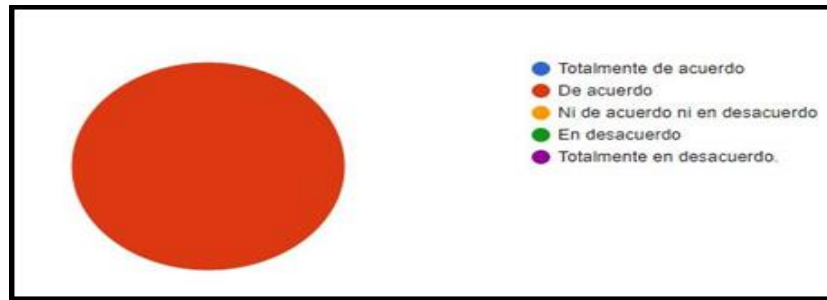


Figura 29. Resultado a pregunta: Nivel de Adaptación a RA

Fuente: Investigador

- **Nivel tolerancia al uso de RA**

Pregunta: ¿Al finalizar la intervención, podemos indicar que la niña tiene un Nivel de tolerancia con Realidad Aumentada?

Análisis: El nivel de tolerancia fue bueno por parte del participante, tomando en consideración las recomendaciones las especialistas que oportunamente indicaron que las sesiones no deben superar los 20 minutos; también es importante mencionar que la cantidad de estímulo inducido debe ser un factor para tener en consideración para no generar reacciones adversas, como miedo, y que el paciente concluya cada una de las sesiones.

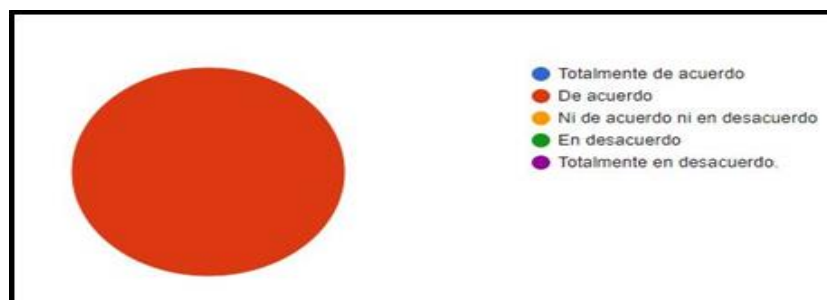


Figura 30. Resultado a pregunta: Nivel de Tolerancia a RA

Fuente: Investigador

- **Nivel de satisfacción de RA**

Pregunta: ¿Al finalizar la intervención, podemos indicar que la niña tiene un nivel de satisfacción hacia la Realidad Aumentada?

Análisis: El resultado varía entre bueno y muy bueno, es decir, que la paciente se sintió a gusto con el uso de la aplicación en las sesiones, la inclusión de imágenes con RA logró captar la atención completa de la paciente.

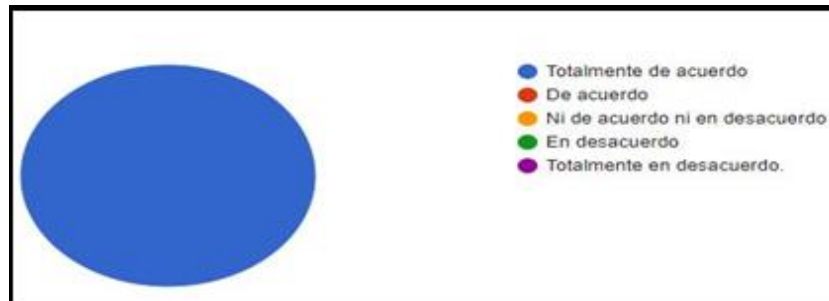


Figura 31. Resultado a Pregunta: Nivel de Satisfacción de RA

Fuente: Investigador

- **Facilidad de Uso de RA**

Pregunta: ¿En qué proporción se puede considerar la facilidad de uso de las aplicaciones que utilizan realidad aumentada?

Análisis: El uso de la aplicación oscila entre ni bueno ni malo y bueno, es decir, fue una tarea medianamente compleja para la paciente, las deficiencias propias del trastorno no permitieron que la paciente sea quién utilice la aplicación de manera autónoma, e incluso solicitando ayuda a los participantes de las sesiones.

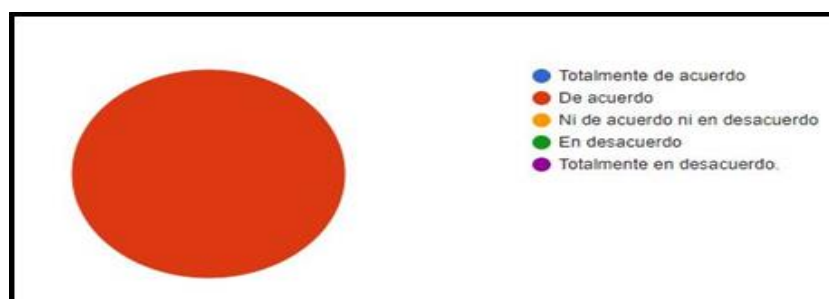


Figura 32. Resultado a Pregunta: Facilidad de Uso de RA

Fuente: Investigador

- **Facilidad de aprendizaje de RA**

Pregunta: ¿Al finalizar la intervención de aplicaciones de Realidad aumentada, podemos indicar que la niña aprendió de forma más fácil e intuitiva mediante Realidad Aumentada?

Análisis: El nivel de aprendizaje fue una característica muy apreciada por la paciente, aspectos como memoria y asociación tuvieron una mejoría notable.

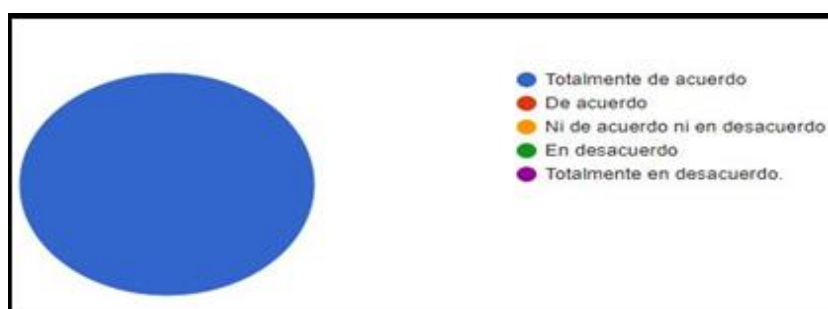


Figura 33. Resultado a Pregunta: Facilidad de aprendizaje de RA

Fuente: Investigador

Finalmente, se puede completar la matriz de interacción con las aplicaciones teniendo así, la siguiente tabla.

Tabla 24. Matriz de interacción de V con las aplicaciones

	Escala de medición de adaptación niño-aplicación				
	Muy Mal	Mal	Bien	Bastante Bien	Muy Bien
Nivel de Adaptación con RA				•	
Nivel tolerancia al uso de RA				•	
Nivel de satisfacción de RA					•
Facilidad de Uso de RA				•	
Facilidad de aprendizaje de RA					•

Elaborado por: Investigador

4.6.3.3 Resultados de Plan Curricular

Esta entrevista permite identificar cual fue el avance de V, una vez usada la aplicación, y orientada al plan curricular seleccionado previamente, ciencias naturales, los Animales, las preguntas se muestran en el Anexo H y evalúan los siguientes aspectos:

- **Reconocimiento de Animales**

Pregunta: ¿Considera usted que la capacidad de reconocer animales por parte del niño ha mejorado después del uso de aplicaciones con realidad aumentada?

Análisis: Al preguntar al equipo multidisciplinario se encontraron totalmente de acuerdo en que la niña aprendió de una forma más fácil e intuitiva con las aplicaciones de realidad aumentada.

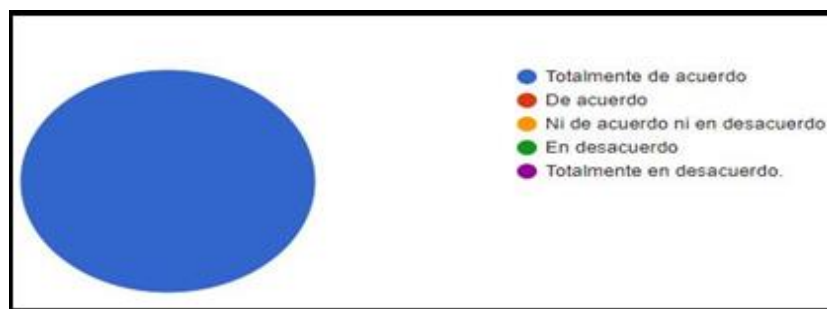


Figura 34. Resultado a Pregunta: Reconocimiento de Animales

Fuente: Investigador

- **Memorización de Animales**

Pregunta: ¿Considera usted que la capacidad de recordar los nombres de los animales por parte del niño ha mejorado después del uso de aplicaciones con realidad aumentada?

Análisis: La capacidad de recordar los nombres de los animales por parte del niño ha mejorado después del uso de aplicaciones con realidad aumentada, algunas personas del equipo multidisciplinario indicaron que estaban totalmente de acuerdo y otras de acuerdo.

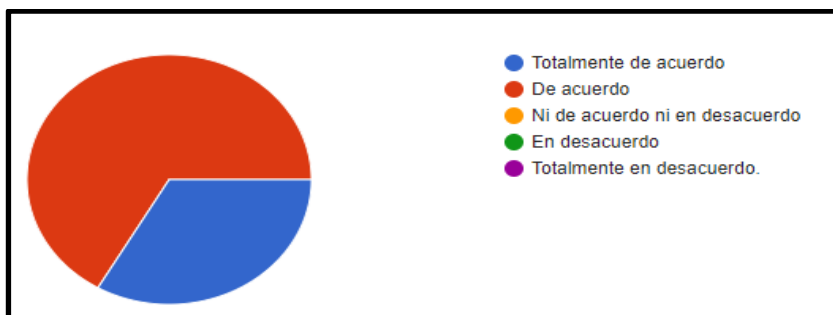


Figura 35. Resultado a Pregunta: Memorización de Animales

Fuente: Investigador

- **Tamaño de Animales**

Pregunta: ¿Considera usted que la capacidad de diferenciar el tamaño de los animales por parte del niño ha mejorado después del uso de aplicaciones con realidad aumentada?

Análisis: La capacidad de diferenciar el tamaño de los animales por parte del niño ha mejorado después del uso de aplicaciones con realidad aumentada, algunas personas del equipo multidisciplinario indicaron que estaban totalmente de acuerdo y otras de acuerdo indicaron que no se encontraban ni de acuerdo ni en desacuerdo, como lo muestra la figura 36.

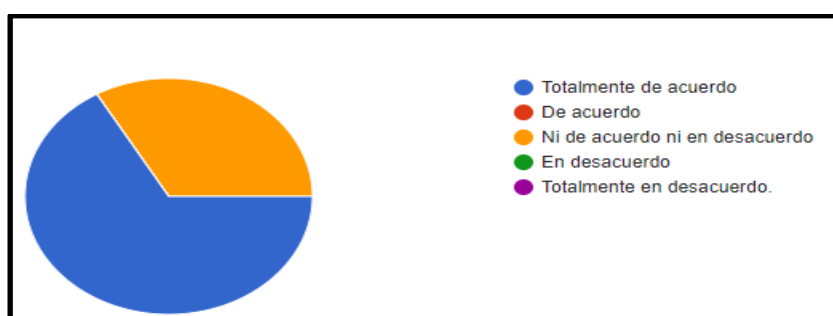


Figura 36. Resultado a Pregunta: Tamaño de Animales

Fuente: Investigador

- **Imitación de Animales**

Pregunta: ¿Considera usted que la capacidad de imitar a los animales por parte del niño ha mejorado después del uso de aplicaciones con realidad aumentada?

Análisis: La capacidad de imitar a los animales por parte del niño ha mejorado después del uso de aplicaciones con realidad aumentada, imitaciones de animales como mariposas, hormigas, perros entre otros fueron apreciadas durante las sesiones.

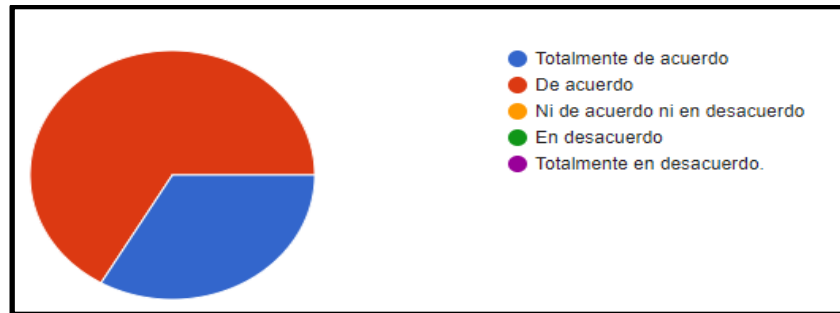


Figura 37. Resultado a Pregunta: Imitación de Animales

Fuente: Investigador

- **Asociación de Animales**

Pregunta: ¿Considera usted que la capacidad de asociar a los animales con colores por parte del niño ha mejorado después del uso de aplicaciones con realidad aumentada?

Análisis: La capacidad de asociar a los animales con colores o elementos reales por parte del paciente ha mejorado de manera sustancial posterior del uso de aplicaciones con realidad aumentada, todas las personas del equipo indicaron que estaban totalmente de acuerdo.

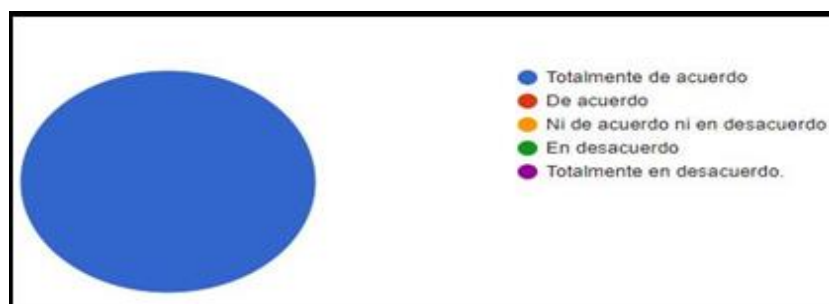


Figura 38. Resultado a Pregunta: Asociación de Animales

Fuente: Investigador

- **Selección de Animales**

Pregunta: ¿De acuerdo con lo observado, el niño seleccionó por si solo los animales que deseaba observar con realidad aumentada?

Análisis: La capacidad de la paciente para elegir y seleccionar por si solo los animales de su preferencia para ser visualizarlos en las aplicaciones de realidad aumentada fue una actividad que aumentó paulatinamente durante cada sesión, durante la última sesión, fue la paciente que prácticamente tomó el control de los pictogramas a ser usados, teniendo cierta afinidad con aquellos animales más coloridos y de sonidos tenues.

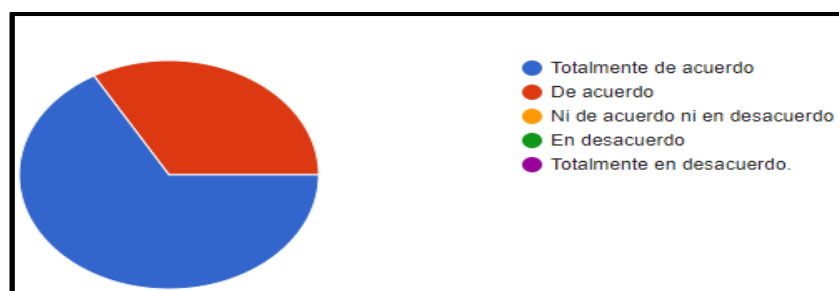


Figura 39. Resultado a Pregunta: Selección de Animales

Fuente: Investigador

A continuación, se muestra una tabla de resultados del plan curricular seleccionado para el caso de uso.

Tabla 25. Resultados Plan Curricular

Plan Curricular posterior al uso de RA		
Acciones	Antes de RA	Después de RA
Reconoce Animales (5)	3	5
Repite los nombres de los animales (5)	4	5
Identifica animales pequeños, medianos grandes	2	4
Identifica animales domésticos/salvajes	3	4
Distingue los colores primarios animales	5	5
Selecciona los animales mostrar (5)	3	5
Imita los sonidos de los animales	1	5

Elaborado por: Investigador

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Este proyecto de recopiló y estudió varias investigaciones de autores centrados en definir como las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y en particular la tecnología de Realidad Aumentada (RA) pueden llegar a ser una herramienta que se utilice en el tratamiento de niños (as) con Trastorno del Espectro Autista (TEA), evaluando 26 artículos científicos y seleccionado 4 cuya finalidad es fomentar y contribuir con nuevos métodos de aprendizaje orientados a los niños con autismo que plasman nuevas e innovadoras estrategias pedagógicas para el tratamiento de este trastorno.
- En la presente se realiza una clasificación y categorización de 50 aplicaciones orientadas al tratamiento para personas con TEA, sin embargo, debido al objetivo planteado se estudió únicamente aquellas que cumplieron con varios criterios tales como: orientadas a niños y niñas de 4 a 6 años, con realidad aumentada, y que sean de los últimos 5 años; teniendo así, con estos criterios de exclusión se analizaron un total de 18 aplicaciones.

- Al aplicar el estándar ISO/IEC 25010 sobre las 18 aplicaciones que cumplían la orientación de la investigación, se evaluó estas, de manera técnica, no obstante, es importante mencionar que debido a las deficiencias propias del TEA, la selección de estas aplicaciones para ser parte de un tratamiento, deben ser estudiadas desde el punto de vista clínico ya que cada paciente tiene un comportamiento particular.; para nuestra investigación gracias a la intervención de un equipo multidisciplinario se determinó que las aplicaciones idóneas para la experimentación son, AR Animals y Alphabet.
- Al hacer el uso de aplicaciones previamente seleccionadas con RA en el caso de estudio de pacientes con TEA se puede concluir que se cumplió con la propuesta curricular planteada, con resultados favorecedores, y hasta ciertos puntos alentadores ya que los objetivos propuestos se cumplieron.
- En referencia a conocer si la realidad aumentada facilita a V su día a día en el aula y en la mejora su autonomía se logró demostrar que la personalización del entorno y la metodología de trabajo a utilizar, de acuerdo a las necesidades de un paciente con TEA, genera resultados positivos, ya que al proponer un ambiente agradable al paciente, en este caso las ciencias naturales y en específico los animales, se evidenció una mejora en la participación, sus niveles de estrés se redujeron y además existió mayor predisposición por parte de la niña para trabajar y realizar nuevas tareas.
- El experimento se realizó de manera, profesional, objetiva y crítica, sin embargo, no se puede generalizar que la estrategia utilizada garantice los mismos resultados en todos los pacientes, pues las aplicadas en esta investigación son particulares, es decir, se debe establecer una estrategia de acuerdo con las deficiencias propias de cada niño diagnosticado con TEA.

- Una de las principales limitaciones encontradas en el proyecto fue que la experimentación se llevó a cabo en un único sujeto, fuera del aula ordinaria, con una niña, sus médicos tratantes, un equipo técnico y sus padres de familia en un tiempo de sesiones limitadas.
- Como línea futura de investigación se propone continuar con la implementación de tecnologías emergentes realidad aumentada en el centro de tratamientos especializados en autismo para comparar los resultados a largo plazo, con una población mayor, el material empleado para la propuesta curricular puede ampliarse a varios temas o ciencias dentro del aula ordinaria lo que motivaría la participación de niños diagnosticados con TEA.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se realiza un listado de aplicaciones orientadas al tratamiento del TEA; esta lista puede ser de gran ayuda para docentes, terapeutas y padres de familia de nuestro país que trabajan con personas con autismo para seleccionar aplicaciones que cumplan con estándares aprobados internacionalmente de calidad enfocadas en competencias específicas.
- Es importante escoger los pictogramas adecuadamente, en la intervención realizada algunos pictogramas causaron en V miedo, por ejemplo: la araña, lo cual hizo que la niña se sienta asustada, por lo cual se recomienda que se escojan animales que le sean

familiares y que no le representen una amenaza, como animales domésticos ya que los conoce y sabe sus sonidos característicos en la experimentación.

- Al utilizar software que hace uso de aplicación aumentada se debe tener cuidado en regular el sonido, en nuestro caso particular algunos de los pictogramas de animales escogidos provocaron sensación de molestia y algunos de miedo en V, por lo que se recomienda comenzar con animales comunes y que el niño se sienta seguro durante la intervención.
- Se recomienda que el número de sesiones y el tiempo de la intervención de las aplicaciones con realidad aumentada sea de al menos seis meses, para utilizar la escala abreviada de desarrollo del Dr. Nelson Pinilla, con el propósito de medir de manera integral el desarrollo de los niños intervenidos.

BIBLIOGRAFÍA:

International Standar 9241-11, (2018). Usability : Definitions and concepts, 2018.

Acosta, G. (2012). Tecnología De Realidad Aumentada: El Caso Escuela De Educación Especial Elisa Álvarez De Díaz De Santa Ana, (2), 181–191. Retrieved from <http://repositoriounicaes.catolica.edu.sv/bitstream/123456789/138/1/11RealAumeAnVo12.pdf>

Albores-Gallo, L., Hernández-Guzmán, L., Díaz-Pichardo, J. A., y Cortes-Hernández, B. (2008). Dificultades en la evaluación y diagnóstico del autismo. Una discusión. *Salud Mental*, 31(1), 37–44.

ARFlashCards. (2019). ARflashcardsAlphabet.

Artigas-Pallares, J., y Paula, I. (2012). El autismo 70 años después de Leo Kanner y Hans Asperger. *Revista de La Asociación Española de Neuropsiquiatría*, 32(115), 567–587. <https://doi.org/10.4321/s0211-57352012000300008>

Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., y MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34–47. <https://doi.org/10.1109/38.963459>

Barroso Osuna, J. M., Gallego Pérez, Ó. M., Barroso Osuna, J. M., Óscar, Y., y Gallego Pérez, M. (2017). Producción de recursos de aprendizaje apoyados en Realidad Aumentada por parte de estudiantes de magisterio Learning resource production in Augmented Reality supported by education students, 6(1), 2254–2259. Retrieved from http://www.grupotecnologiaeducativa.es/images/bibliovir/RAOscar_y_Barroso.pdf

Basili, V., Heidrich, J., Lindvall, M., Münch, J., Regardie, M., y Trendowicz, A. (2007). GQM+Strategies - Aligning business strategies with software measurement. *Proceedings - 1st International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, ESEM 2007*, 488–490. <https://doi.org/10.1109/ESEM.2007.56>

Bellotti, C. (2007). Diagnóstico precoz de los trastornos del, 105(5), 418–426.

Bevan, N., y Carter, J. (2016). Human-Computer Interaction. Theory, Design, Development and Practice. In *International Conference on Human-Computer Interaction (Pp. 268-278)*. Springer, Cham., 9731(July), 268–278. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-39510-4>

Cabrera, D. (2007). Generalidades sobre el autismo. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, XXXVI(1), 208–220.

Canal Bedia, R., Santos Borbujo, J., Rey Sánchez, F., Franco Martín, M., Martínez Velarte, M. J., Ferrari Arroyo, M. J., y Posada de la Paz, M. (2007). Detección y Diagnóstico de Trastornos del Espectro Autista, 57. Retrieved from <https://www.scribd.com/doc/28537839/Deteccion-y-Diag-Copia>

Center for disease Control and Prevention. (2018). Autism Spectrum Disorder (ASD). Retrieved from <https://www.cdc.gov/ncbddd/autism/data.html>

Cózar Gutiérrez, R., Del Valle De Moya Martínez, M., Hernández Bravo, J. A., Bravo, J. R. H., Del, M., De, V., ... Rafael, J. (n.d.). *Tecnologías emergentes para la enseñanza de las Ciencias*

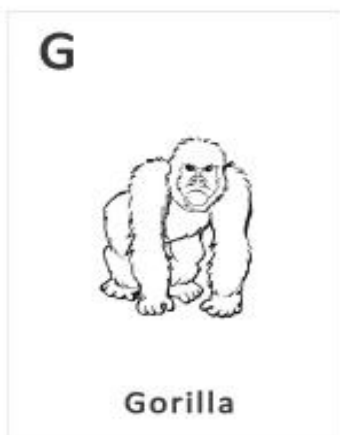
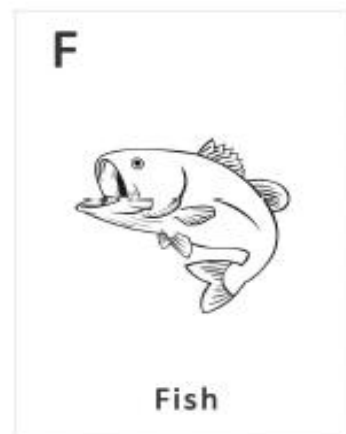
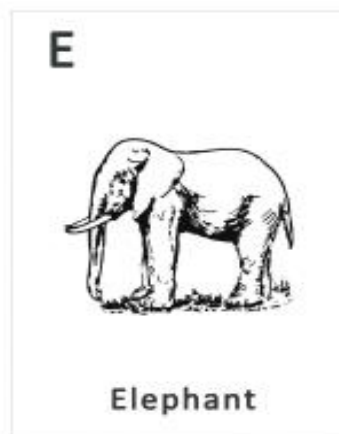
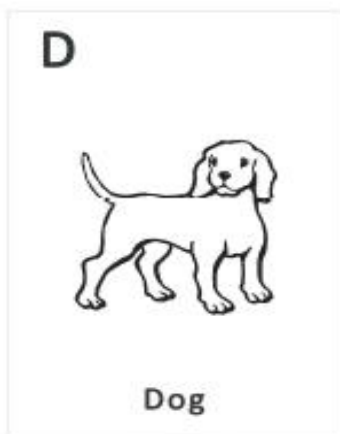
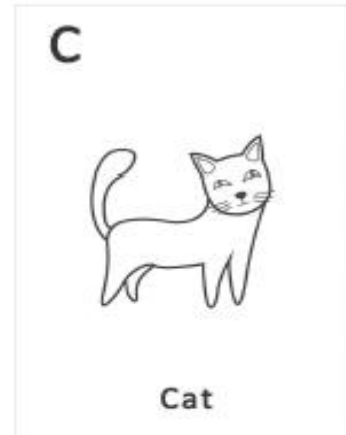
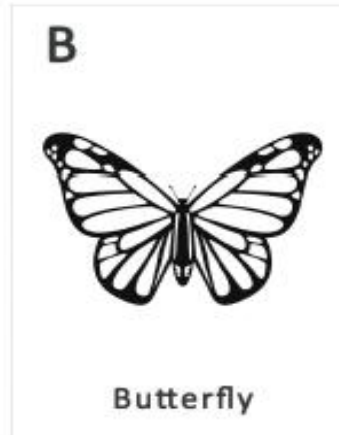
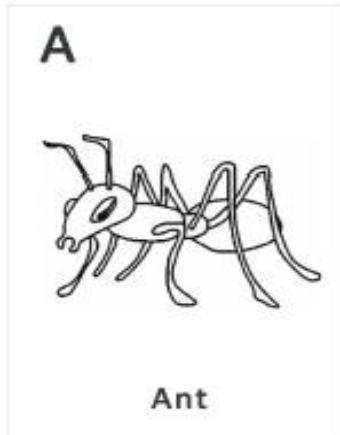
- Sociales. Una experiencia con el uso de Realidad Aumentada en la formación inicial de maestros*. Retrieved from <http://greav.ub.edu/der>
- Cuesta, J. L., Sánchez, S., Orozco, M. L., Valenti, A., y Cottini, L. (2016). Trastorno del espectro del autismo: Intervención educativa y formación a lo largo de la vida. *Psychology, Society and Education*, 8(2), 157–172.
- De Pedro Carracedo, J., y Martínez Méndez, C. L. (2012). Augmented Reality: an alternative methodology in primary education in Nicaragua. *Artículo*, 7, 7. Retrieved from <https://www.mendeley.com/viewer/?fileId=7fa3fcdb-d335-2cd9-4aa4-e5916c7b528aydocumentId=b542a958-182d-3af9-b0fa-5da9abe1184f>
- Delfos, M. F., y Groot, N. A. (2011). Incentivar la asistencia a personas con autismo en el Ecuador, 46. Retrieved from <http://www.mdelfos.nl/Ecuador/UAEG-Autismo-in Ecuador-Report-4-Espanol-juli-2011.pdf>
- Flores, F. A., Azar, M. A., Herrera Cогnetta, A., y Paz, F. P. (2015). DesignAR: realidad aumentada aplicada al amoblamiento virtual interior y exterior de viviendas. *XVII Workshop de Investigadores En Ciencias de La Computación*. Retrieved from http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/45669/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Fombona, J. (2012). APLICACIONES DE LOS DISPOSITIVOS MÓVILES AUGMENTED REALITY , AN EVOLUTION OF THEAPPLICATION. *Revista de Medios y Educacion*.
- Frith, U. (2014). Editorial . Autism : Mind and Brain, (June).
- Fundacion Telefonica. (2011). Realidad Aumentada : una nueva lente para ver el mundo. *Fundacion Telefonica*, 1, 1–97. Retrieved from <http://realidadaumentada-fundaciontelefonica.com/realidad-aumentada.pdf%5Cnhttp://www.fundacion.telefonica.com/debateyconocimiento/publicaciones/index.htm%5Cn>
- Gargaro, B. A., Rinehart, N. J., Bradshaw, J. L., Tonge, B. J., y Sheppard, D. M. (2011). Autism and ADHD: How far have we come in the comorbidity debate? *Neuroscience y Biobehavioral Reviews*, 35(5), 1081–1088. <https://doi.org/10.1016/J.NEUBIOREV.2010.11.002>
- Gil, G. D., Arias Figueroa, D., Gimson Saravia, L. E., Sánchez, E., y Silvera, J. A. (2015). Uso de realidad aumentada como complemento a los prácticos tradicionales de enseñanza - aprendizaje. *XVII Workshop de Investigadores En Ciencias de La Computación (Salta, 2015)*. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10915/46338>
- González-Sánchez, J. L., Montero-Simarro, F., y Gutiérrez-Vela, F. L. (2012). Evolución del concepto de usabilidad como indicador de calidad del software. *Profesional de La Informacion*, 21(5), 529–536. <https://doi.org/10.3145/epi.2012.sep.13>
- Groba, B., Pereira, J., y Munteanu, C. R. (2015). Impacto de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el funcionamiento en la vida diaria de niños con trastorno del espectro del autismo, 441.
- Guilbault, G. G., y Hjelm, M. (1991). *Nomenclature for automated and mechanised analysis*. *European Journal of Clinical Chemistry and Clinical Biochemistry* (Vol. 29).
- Hernández, J. M., Artigas-pallarés, J., Martos-pérez, J., Palacios-antón, S., Fuentes-biggi, J.,

- Carlos, D. S., ... Sanidad, D. (2005). Detención Temprana Autismo, *41*(4), 237–245.
- Herrera, G., Casas, X., Sevilla, J., Rosa Escribano, L., Pardo Carpio, C., Plaza, J., ... Le Groux, S. (2012). Pictogram Room: Aplicación de tecnologías de interacción natural para el desarrollo del niño con autismo. *Anuario de Psicología Clínica y de La Salud = Annuary of Clinical and Health Psychology*, (8), 41–46.
- International Organization for Standardization. (2009). INFORMATION TECHNOLOGY -- ACCESSIBILITY CONSIDERATIONS FOR PEOPLE WITH DISABILITIES -- PART 1: USER NEEDS SUMMARY. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/45161.html>
- International Organization for Standardization. (2011a). ISO/IEC 9126-1:2001 SOFTWARE ENGINEERING -- PRODUCT QUALITY -- PART 1: QUALITY MODEL. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/22749.html>
- International Organization for Standardization. (2011b). SYSTEMS AND SOFTWARE ENGINEERING -- SYSTEMS AND SOFTWARE QUALITY REQUIREMENTS AND EVALUATION (SQUARE) -- SYSTEM AND SOFTWARE QUALITY MODELS. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/35733.html>
- Kovács, A., y Szabados, K. (2014). Test software quality issues and connections to international standards. *Acta Universitatis Sapientiae, Informatica*, 5(1), 77–102. <https://doi.org/10.2478/ausi-2014-0006>
- Lara, J. G. (2012). El autismo. Historia y clasificaciones. *Salud Mental*, 35(3), 257–261.
- Maisonneuve, H., y Floret, D. (2012). [Wakefield's affair: 12 years of uncertainty whereas no link between autism and MMR vaccine has been proved]. *Presse Medicale (Paris, France : 1983)*, 41(9 Pt 1), 827–834. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2012.03.022>
- Martos-Pérez, J., y Llorente-Comí, M. (2013). Tratamiento de los trastornos del espectro autista: Unión entre la comprensión y la práctica basada en la evidencia. *Revista de Neurología*, 57(SUPPL.1), 185–191.
- Mayes, S. D., Calhoun, S. L., Mayes, R. D., y Molitoris, S. (2012). Autism and ADHD: Overlapping and discriminating symptoms. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 6(1), 277–285. <https://doi.org/10.1016/J.RASD.2011.05.009>
- Milgram, P., y Kishimo, F. (1994). A taxonomy of mixed reality. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 77(12), 1321–1329.
- Ministerio de Salud Pública. (2017). Trastornos del espectro autista en niños y adolescentes: detección, diagnóstico, tratamiento, rehabilitación y seguimiento, 88. Retrieved from <http://sakud.gob.ec>
- Moreira, M. A. (2010). El proceso de integración y uso pedagógico de las TIC en los centros educativos. Un estudio de casos The process of integration and the pedagogical use of ICT in schools. Case studies, 352(1), 77–97.
- Moreno Martínez, N. M., y Leiva Olivencia, J. J. (2016). Experiencias formativas de uso didáctico de la realidad aumentada con alumnado del grado de educación primaria en la universidad de Málaga. *Edmetic*, 6(1), 81. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5809>
- Mulas, F., Ros-cervera, G., Millá, M. G., Etchepareborda, M. C., y Abad, L. (2010). Modelo-de-intervención-con-niños-autistas, 50(Supl 3), 77–84.

- Muñoz, C. (1998). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*. Prentice Hall Hispanoamericana.
- Orozco, C., Esteban, P., y Trefftz, H. (2006). Collaborative and distributed augmented reality in teaching multi-variate calculus. *Proceedings of the Fifth IASTED International Conference on Web-Based Education, 2006*, 141–145.
- Ortíz Pinilla, N. (1999). *Escala Abreviada de desarrollo, 1999*, 14-48
- Reina Jiménez, E., Galán, R. P., y Torres, N. Q. (n.d.). Utilización de tablets en Educación Infantil: Un estudio de caso Use of tablets in Early Childhood Education: A case study. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 16(2). <https://doi.org/10.17398/1695-288X.16.2.193>
- Rico–Moreno, J., y Tárraga-Mínguez, R. (2016). Comorbilidad de TEA y TDAH: Revisión sistemática de los avances en investigación. *Anales de Psicología*, 32(3), 810–819. <https://doi.org/10.6018/analesps.32.3.217031>
- Roa, P., Morales, C., y Gutiérrez, P. (2015a). Norma ISO/IEC 25000. *Tecnología Investigación y Academia*, 3(2), 27–33.
- Roa, P., Morales, C., y Gutiérrez, P. (2015b). Norma ISO / IEC 25000. *Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas*.
- Rovira, U., Rovira, U., y Rovira, U. (2018). El papel de las tecnologías digitales en la intervención educativa de niños con trastorno del espectro autista autism spectrum disorder José-Luis Lázaro-Cantabrana Mercè Gisbert-Cervera, (4), 41–54.
- Ruiz-Lázaro, P. M., Posada de la Paz, M., y Hijano Bandera, F. (2009). Trastornos del espectro autista: Detección precoz, herramientas de cribado. *Pediatría Atención Primaria*, 11, 381–397. <https://doi.org/10.4321/s1139-76322009000700009>
- Terrazas-Acedo, M., Sánchez-Herrera, S., y Becerra-Traver, M. T. (2016). Las TIC como Herramienta de Apoyo para Personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA). *Revista Nacional e Internacional de Educación Inclusiva*.
- Virinchissoftware. (2017). ar-animal.pdf.
- Yunta, J., Palau, M., Salvadó, B., y Valls, A. (2006). Autismo: identificación e intervención temprana. *Acta Neurol Colomb*, 22(2), 97–105.

ANEXO A:

PICTOGRAMAS DE APLICACIÓN AR ANIMALS



J



Jaguar

K



Kangaroo

L



Lion

M



Monkey

N



Narwhal

O



Owl

P



Penguin

Q



Queen Bee

R



Rhino

S



Spider

T



Tiger

U



Unicorn

V



Vulture

W



Whale

X



X-ray Fish

Y



Yak

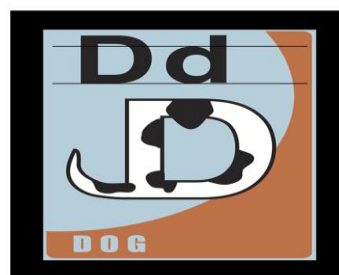
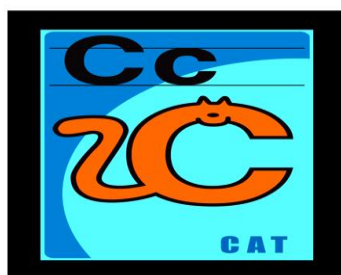
Z

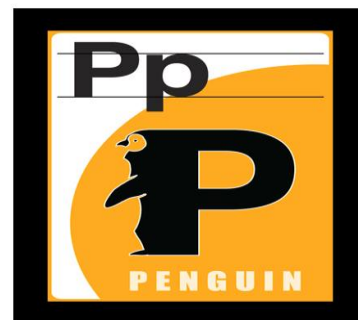
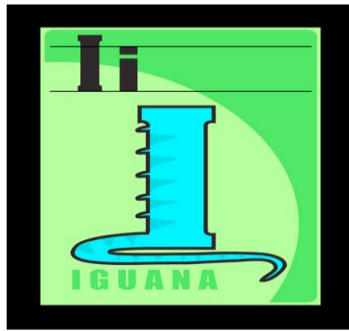


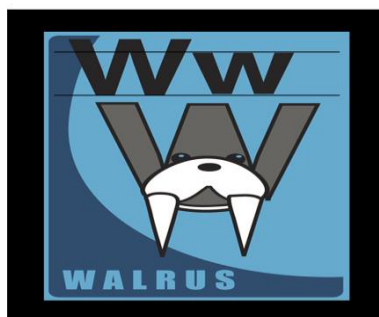
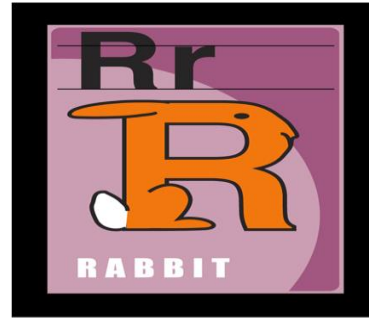
Zebra

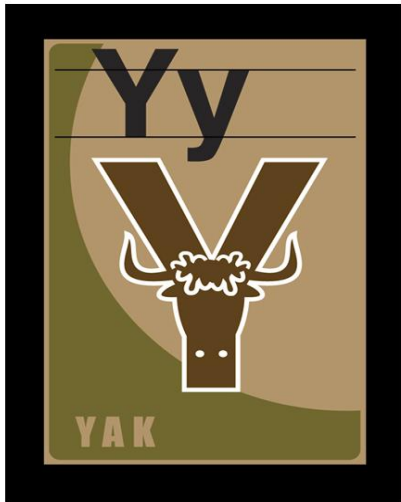
ANEXO B:

PICTOGRAMAS DE APLICACIÓN AR ANIMALS









ANEXO C:

CONSENTIMIENTO INFORMADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA – BUENOS AIRES ARGENTINA
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK – QUITO ECUADOR

INVESTIGACIÓN CUALITATIVA

Consentimiento Informado

YO, EDITH MARIA TRUJILLO RAMIREZ, he sido convocado/a para colaborar en el proyecto de investigación científica acerca de:

REALIDAD AUMENTADA PARA PROCESOS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE EN PACIENTES CON TRASTORNO DE ESPECTRO AUTISTA. En este espacio investigativo uno de las aristas planteada es la Comparativa de aplicaciones de Realidad Aumentada para el Tratamiento de niños y niñas con Trastorno del Espectro Autista, basado en el estándar ISO/IEC 25010.

Esta investigación se realiza en el marco de formación en Investigación Cualitativa del Doctorado de Ciencias Informáticas y la Maestría de Tecnologías de la Información.

La participación de mi representada en este estudio contempla la aplicación de una escala de desarrollo y posteriormente sesiones de trabajo con aplicativos que utilizan la realidad aumentada en los cuales se incluyen fotos y videos de dichas sesiones. Entiendo que la información que entregue será absolutamente confidencial y solo conocida integralmente por el equipo de Investigación a cargo de este estudio y la docente-supervisora; el resguardo del anonimato será asegurado.

Estoy en mi derecho durante las sesiones de suspender la participación de mi representada si así lo encuentro conveniente, sin que esta decisión tenga ningún efecto.

He leído esta hoja de consentimiento informado y acepto la participación de este estudio


.....
Firma participante
C.I. 112438113-0

En San Francisco de Quito, al 31 de Mayo 2019

ESCALA ABREVIADA DE DESARROLLO DR. NELSÓN PINILLA

FICHA DE EVALUACION DEL DESARROLLO DE NIÑOS Y NIÑAS DE 0 A 5 AÑOS DE EDAD

ESCALA ABREVIADA DE DESARROLLO DE NELSON ORTIZ PINILLA

Institución: _____ Nombre de la Unidad de Atención: _____ Modalidad: _____
 Provincia: _____ Cantón: _____ Parroquia: _____ Localidad: _____
 Nombre del niño/niña: _____ N° o Código: _____ Dirección Domiciliaria: _____ Teléfono: _____
 Fecha de nacimiento: _____ Fecha del examen: _____ Edad en meses: _____ Peso: _____
 Nombre del evaluador: _____

		A MOTRICIDAD GRUESA	B MOTRICIDAD FINO ADAPTATIVA	C AUDICION LENGUAJE	D PERSONAL SOCIAL
1	0	* Patea vigorosamente	* Con la vista sigue el movimiento horizontal y vertical del objeto	* Se sobresalta cuando oye ruidos	* Sigue con la mirada los movimientos de la cara
1	1	* Cuando está en posición boca abajo levanta la cabeza.	* Abre sus manos y las mira	* Busca los sonidos con la mirada	* Reconoce a la madre
2	2	* Cuando está en posición boca abajo levanta la cabeza y el pecho.	* Sostiene un objeto en la mano	* Pronuncia dos sonidos guturales diferentes	* Sonríe al acariciarlo
3	3	* Sostiene la cabeza cuando se lo toma de los brazos y se lo levanta	* Se lleva un objeto a la boca	* Balbucea con las personas	* Se volta cuando se le habla
4	4	* Cuando está sentado mantiene el control de su cabeza.	* Agarra objetos voluntariamente	* Pronuncia 4 o más sonidos diferentes	* Agarra las manos del examinador
5	5	* Se voltea de un lado a otro	* Sostiene un objeto en cada mano	* Ríe a carcajadas	* Acepta y coge juguetes
6	5	* Intenta sentarse solo	* Pasa un objeto de una mano a otra	* Reacciona cuando se le llama	* Pone atención a la conversación
7	7	* Se sostiene sentado con ayuda	* Manipula varios objetos a la vez	* Pronuncia 3 o más sílabas	* Ayuda a sostener la taza para beber *
8	8	* Se arrastra en posición boca abajo	* Agarra un objeto pequeño con los dedos	* Hace sonar el chinésco.	* Al mirarse en el espejo, reacciona ante su imagen.
9	9	* Se sienta por sí solo	* Agarra un cubo con dedos pulgar e índice.	* Pronuncia claramente una palabra *	* Imita los aplausos
10	10	* Gatea	* Mete y saca objetos de una caja	* Niega con la cabeza *	* Entrega un juguete al examinador
11	11	* Se agarra y se pone de pie	* Agarra un tercer objeto sin soltar otros	* Llama a la madre o acompañante	* Pide un juguete u objeto
12	12	* Se para sin ayuda	* Busca objetos escondidos	* Entiende una orden sencilla	* Bebe de una taza solo *
13	13	* De pastitos solo	* Hace una torre de 3 cubos	* Reconoce tres objetos	* Señala una prenda de vestir
14	14	* Camina solito	* Pasa hojas de un libro	* Combina dos palabras	* Señala dos partes del cuerpo
15	15	* Corre	* Espera la salida de un objeto	* Reconoce seis objetos	* Avisa cuando quiere ir al baño *
16	16	* Patea la pelota	* Tapa una caja de manera correcta	* Nombró cinco objetos	* Señala cinco partes del cuerpo.
17	17	* Lanza la pelota con las manos	* Hace garabatos circulares	* Usa frases de tres palabras	* Trata de contar experiencias
18	18	* Salta en los dos pies	* Hace torre de 5 o más cubos	* Dice más de 20 palabras (claras)	* Durante el día ya controla los gases intestinales *
19	19	* Se para de puntas en ambos pies	* Ensarta seis o más cuentas	* Dice su nombre completo	* Diferencia hombre y mujer
20	20	* Se levanta sin usar las manos	* Copia línea horizontal y vertical	* Conoce alto, bajo, grande pequeño	* Dice el nombre de la mamá y del papá
21	21	* Camina hacia atrás	* Separa objetos grandes y pequeños	* Usa oraciones completas	* Se lava solito las manos y la cara
22	22	* Camina en punta de pies	* Dibuja Figura humana rudimentaria (1)	* Conoce para que sirven cinco objetos	* Puede vestirse solo *
23	23	* Se para en un solo pie	* Corta papel con las tijeras	* Repite tres números (Ej 4,7,3)	* Comparte juegos con otros niños *
24	24	* Lanza y agarra la pelota	* Copia cuadrado y círculo	* Describe bien un dibujo	* Tiene amigo (a) especial (a)
25	25	* Camina en línea recta	* Dibuja figura humana (2)	* Cuenta los dedos de las manos	* Puede vestirse y desvestirse solo
26	26	* Salta tres o más pasos en un pie	* Agrupa objetos por color y forma	* Distingue adelante, atrás, arriba, abajo	* Saben cuántos años tiene
27	27	* Hace rebotar la pelota y la agarra	* Imita el dibujo de una escalera	* Reconoce y nombra 4 o 5 colores	* Organiza juegos
28	28	* Con los pies juntos salta una cuerda de 25 cm de altura.	* Agrupa objetos por color, forma y tamaño	* Expresa opiniones	* Hace mandados *
29	29	* Corre saltando y alternando los pies	* Reconstituye gradas de 10 cubos	* Conoce izquierda y derecha	* Conoce el nombre de la calle, barrio, pueblo de residencia
30	30	* Salta desde 60 cm de altura	* Dibuja una casa	* Conoce los días de la semana	* Conversa de su vida familiar
TOTAL A			TOTAL B	TOTAL C	TOTAL D
RESULTADO			RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO

ANEXO E:

EVALUACIÓN DE “V” ESCALA ABREVIADA DE DESARROLLO



A-MOTRICIDAD GRUESA

- ¿El niño (a) se para en un solo pie?

☒ Si

☐ No

- ¿El niño (a) lanza y agarra la pelota?

☒ Si

☐ No

- ¿El niño (a) camina en línea recta?

☒ Si

☐ No

- ¿El niño (a) salta tres o más pasos en un pie?

☐ Si

☒ No

B-MOTRICIDAD FINO -ADAPTATIVA

- ¿El niño (a) dibuja figura humana rudimentaria?

☒ Sí

☐ No

- ¿El niño (a) corta papel con la tijera?

☐ Sí

☒ No

- ¿El niño (a) dibuja círculo y cuadrado?

☒ Sí

☐ No

- ¿El niño (a) dibuja figura humana?

☒ Sí

☐ No

- ¿El niño (a) agrupa objetos por color y forma?

☒ Sí

☐ No

- ¿El niño (a) imita el dibujo de una escalera?

☒ Sí

☐ No

C-AUDICION LENGUAJE

- ¿El niño (a) conoce para que sirven 5 objetos?

☒ Sí

☐ No

- ¿El niño (a) repite tres números?

☒ Sí

☐ No

- ¿El niño (a) describe bien un dibujo?

☒ Sí

☐ No

- ¿El niño (a) cuenta los dedos de las manos?

☐ Sí

☒ No

- El niño (a) distingue adelante, atrás, arriba, ¿abajo?

☒ Sí

☐ No

- ¿El niño (a) reconoce 4 o 5 colores?

☒ Sí

☐ No

D-PERSONAL SOCIAL

- ¿El niño (a) puede vestirse solo?
 - ☐ Sí
 - ☒ No

- ¿El niño (a) comparte juegos con otros niños?
 - ☐ Sí
 - ☒ No

- ¿El niño (a) tiene amigos (as) especiales?
 - ☐ Sí
 - ☒ No

- ¿El niño (a) puede vestirse y desvestirse solo?
 - ☒ Sí
 - ☐ No

- ¿El niño (a) sabe cuántos años tiene?
 - ☒ Sí
 - ☐ No

- ¿El niño (a) organiza juegos?
 - ☐ Sí
 - ☒ No

ANEXO F:

ENTREVISTA DE CONDUCTA Y EMOCIONES

Se recomienda responder las siguientes preguntas de la manera más atenta y con la mayor sinceridad posible.

Esta entrevista tiene la intencionalidad de recoger información importante de las conductas y emociones del niño luego de la intervención realizada con aplicaciones que utilizan realidad aumentada, se pregunta a los profesionales los siguientes aspectos:

- Comunicación Verbal
- Comunicación no-verbal
- Contacto Visual
- Emociones
- Nivel de estrés

¿Al finalizar la intervención de aplicaciones de Realidad aumentada, podemos indicar que la niña mejoró la comunicación verbal?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo.

¿Al finalizar la intervención de aplicaciones de Realidad aumentada, podemos indicar que la niña mejoró la comunicación no verbal?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo.

¿Al finalizar la intervención de aplicaciones de Realidad aumentada, podemos indicar que la niña mejoró el contacto visual?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo.

¿Al finalizar la intervención de aplicaciones de Realidad aumentada, podemos indicar que la niña mejoró su estado emocional?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo.

¿Al finalizar la intervención de aplicaciones de Realidad aumentada, podemos indicar que la niña mejoró disminuyó su nivel estrés?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo.

ANEXO G:

ENTREVISTA DE INTERACCIÓN CON LAS APLICACIONES

Se recomienda responder las siguientes preguntas de la manera más atenta y con la mayor sinceridad posible. Todos los datos recabados serán utilizados dentro de una investigación científica.

Esta entrevista tiene como objetivo recoger información importante para evaluar el nivel de adaptación del paciente luego de la intervención realizada con aplicaciones que utilizan realidad aumentada, se pregunta a los profesionales técnicos que participan los siguientes aspectos:

- Nivel de Adaptación con RA
- Nivel tolerancia al uso de RA
- Nivel de satisfacción de RA
- Facilidad de Uso de RA
- Facilidad de aprendizaje de RA

Por favor hacer uso de la siguiente escala:

1	2	3	4	5
Muy mal, muy insatisfecho/a	Mal, poco satisfecho/a	Bien, suficiente, adecuado, satisfecho/a	Bastante bien, bastante satisfecho/a.	Muy bien, muy adecuado, muy satisfecho/a

1. ¿Al finalizar la intervención, indique el Nivel de Adaptación de la paciente con Realidad Aumentada?
2. ¿Al finalizar la intervención, podemos indicar que la niña tiene un Nivel de tolerancia con Realidad Aumentada?
3. ¿Al finalizar la intervención, podemos indicar que la niña tiene un Nivel de satisfacción hacia la Realidad Aumentada?
4. ¿En qué proporción se puede considerar la facilidad de uso de las aplicaciones que utilizan realidad aumentada?
5. ¿Al finalizar la intervención de aplicaciones de Realidad aumentada, podemos indicar que la niña aprendió de forma más fácil e intuitiva mediante esta tecnología?

ANEXO H:

ENTREVISTA DE PLAN CURRICULAR

Esta investigación se realiza buscando determinar si la Realidad Aumentada puede ser aplicada en procesos de enseñanza aprendizaje en niños con trastorno de Espectro Autista. Esta investigación que es de carácter cualitativa- cuantitativa contempla la aplicación de una escala de desarrollo y posteriormente sesiones de trabajo con aplicaciones APPS que utilizan la realidad aumentada para apoyar procesos de audición y el lenguaje, se utiliza la valoración de aprendizaje basado en un plan curricular propuesto.

La información que entregue será absolutamente confidencial y solo conocida por el equipo de investigación para fines estrictamente académicos.

1.- ¿Considera usted que la capacidad de reconocer animales por parte del niño ha mejorado después del uso de aplicaciones con realidad aumentada?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo.

2.- ¿Considera usted que la capacidad de recordar los nombres de los animales por parte del niño ha mejorado después del uso de aplicaciones con realidad aumentada?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo.

3.- ¿Considera usted que la capacidad de diferenciar el tamaño de los animales por parte del niño ha mejorado después del uso de aplicaciones con realidad aumentada? *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo.

4.- ¿Considera usted que la capacidad de imitar a los animales por parte del niño ha mejorado después del uso de aplicaciones con realidad aumentada? *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

5.- ¿Considera usted que la capacidad de asociar a los animales con colores por parte del niño ha mejorado después del uso de aplicaciones con realidad aumentada? *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

6.- ¿De acuerdo con lo observado, el niño selecciono por si solo los animales que deseaba observar con la aplicación de realidad aumentada? *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

ANEXO I:

INFORME PSICOLÓGICO



INFORME PSICOLÓGICO

CENTRO DE SERVICIOS TERAPÉUTICOS LUDIC PLACE

Datos Personales del Paciente:

Paciente: "V"

Fecha de Nacimiento: 17 de febrero 2014

Fecha Actual: 20 de junio de 2019

Diagnóstico: Trastorno Generalizado del Desarrollo – Autismo (CIE10 / F84.0)

Antecedentes:

A mediados del 2016 la paciente Valentina Ortega fue referida al Centro de Servicios terapéuticos Ludic Place diagnosticada con Trastorno Generalizado del Desarrollo – Autismo (CIE10 / F84.0) con la finalidad de recibir terapia psicopedagógica y de lenguaje.

Previo a las primeras evaluaciones realizadas se logró identificar que la paciente mostraba ciertas características muy marcadas tales como:

- Dificultad de trabajos en escritorio
- Agresividad
- Lenguaje pobre
- Afinidad con el idioma inglés



@ludicplace

ludicplace@gmail.com



0284 550 648

- Actividades repetitivas
- Interacción verbal escasa
- Rechazo a estímulos sensoriales
- Desfase emocional.

Con el pasar de las sesiones de trabajo realizadas se ha podido evidenciar grandes avances en los aspectos mencionados, no obstante, es importante mencionar y recalcar que el proceso terapéutico debe ser periódico y constante en este tipo de trastornos.

Experimentación:

Como parte activa del proyecto investigativo desarrollado por el Ingeniero Jorge Alberto Ramón Bedoya y la Ingeniera Mónica Romero Pazmiño, que titula "Comparativa de aplicaciones de Realidad Aumentada para el Tratamiento de niños y niñas con Trastorno del Espectro Autista, basado en el estándar ISO/IEC 25010" se ha procedido a solicitar la autorización por escrito de la Sra. Edith madre de la paciente "V", para realizar la experimentación sobre su hija haciendo uso de aplicaciones de realidad aumentada como parte de su tratamiento supervisado por las Dra. Estefanía Navarro y Dra. Silvia Reyes, tratantes de la paciente.

La experimentación radica en ingresar a las sesiones planificadas un nuevo componente, como parte del tratamiento que se brinda al paciente, este componente es de carácter tecnológico y basa su funcionamiento en la tecnología realidad aumentada, que genera entornos visuales entretenidos y de gran interés para el usuario, permitiendo así identificar si el mismo es viable para ser usado como parte activa en las sesiones para este tipo de trastornos.

Evaluación:

Gracias a la experimentación planteada se podrá realizar una evaluación tanto psicológica, terapéutica, clínica y técnica de como las aplicaciones de realidad aumentada pueden ayudar o no a los pacientes diagnosticados con este trastorno.

Métodos de Evaluación:

- Escala de desarrollo abreviada de Nelson Ortiz Pinilla

Esta escala fue aplicada para levantar la línea base de la paciente, es decir, permitió describir las principales deficiencias que posee y el estado actual en que se encuentra.

- Observación Clínica

Mediante la observación clínica se podrá evidenciar comportamientos y conductas que no están definidas dentro de la escala abreviada, teniendo así una visión general del comportamiento de la paciente frente al uso de las aplicaciones.

Procedimiento:

- En primera instancia se realizó una primera sesión en la cual se llevó a cabo el levantamiento de la línea base la escala mencionada.

- En una segunda sesión se procedió a introducir pictogramas físicos de animales, los mismo que fueron previstos por los investigadores, para la familiarización de la niña con estos.
- En las tercera y cuarta sesiones la paciente visualiza los mismos pictogramas, pero en esta ocasión haciendo de la tecnología de realidad aumentada a través de una Tablet; es importante indicar que en cada sesión se utilizó una aplicación distinta.

Resultados:

- Tras la aplicación de la escala abreviada de Nelson Ortiz Pinilla se puede determinar que el desarrollo de la paciente se encuentra por debajo de lo esperado en ciertas áreas, resultado propio del trastorno que posee.
- A través de la observación clínica realizada se logró evidenciar la aceptable respuesta que tiene la niña al trabajo con las aplicaciones y la tecnología de realidad aumentada, su comportamiento, conducta, ánimo y disposición mejoraron notablemente.
- Posterior al uso de las aplicaciones la aceptación para realizar tareas aumentó significativamente, así como su nivel de estrés logró ser controlado de manera autónoma.
- Durante las sesiones donde se utilizó las aplicaciones la paciente se muestra entusiasta con todos los estímulos sensoriales que visualiza y escucha, llegando hasta responder de manera exitosa a comportamientos tales como asociación e imitación; e incluso a pesar de que no todos los pictogramas no ser de su agrado, la sesión de trabajo continuó

Conclusiones:

- Posterior a seguir el procedimiento antes detallado se puede concluir que las sesiones realizadas con aplicaciones de realidad aumentada tuvieron un impacto positivo en la niña, generando en ella confianza y proveyendo una nueva herramienta que gracias a los resultados expuestos puede ser considerada dentro del tratamiento del TEA.
- Uno de los parámetros a considerar debe ser los estímulos que las aplicaciones exponen al paciente, en una de las sesiones, la carga sensorial resultó ser alto generando un poco de temor en la paciente, lo cual puede ser considerado adverso dentro del tratamiento.
- Si bien para este proceso investigativo precedido por el Ing. Jorge Ramón Bedoya, la escala de desarrollo abreviada fue utilizada para el levantamiento de la línea base de la paciente, sugiero, que posterior a la inclusión de la tecnología de realidad aumentada en el tratamiento, se considere un rango de sesiones lo suficientemente medible (al menos 20 sesiones) para realizar una valoración final con la misma escala, y así poder determinar si características como motricidad, lenguaje y demás mejoraron.

Atentamente,



Estefanía Navarro

Psicóloga Clínica

Reg. 1040-15-1331355