

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE COMPUTACIÓN Y SISTEMAS



***TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE COMPUTACIÓN Y SISTEMAS***

**“NEUROEDUCACIÓN Y REALIDAD AUMENTADA CON ARKIT PARA
INCREMENTAR EL NIVEL DE ATENCIÓN EN NIÑOS DE 7 a 11 AÑOS CON TDA EN
LA ASOCIACIÓN PERUANA DE DÉFICIT DE ATENCIÓN DE LA CIUDAD DE LIMA
EN EL SEMESTRE 2019-10”**

Área de Investigación:

Interacción Hombre-Computador

Autor:

Br. Oruna Cabrera, Diego Francisco

Jurado Evaluador:

Presidente: Calderón Sedano, Jose Antonio

Secretario: Rodríguez Aguirre, Silvia Ana

Vocal: Abanto Cabrera, Heber Gerson

Asesor:

Urrelo Huiman, Luis Vladimir

Código Orcid: 0000-0003-1523-2640

TRUJILLO - PERÚ

2021

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE COMPUTACIÓN Y SISTEMAS



**“NEUROEDUCACIÓN Y REALIDAD AUMENTADA CON ARKIT PARA
INCREMENTAR EL NIVEL DE ATENCIÓN EN NIÑOS DE 7 a 11 AÑOS CON TDA EN
LA ASOCIACIÓN PERUANA DE DÉFICIT DE ATENCIÓN DE LA CIUDAD DE LIMA
EN EL SEMESTRE 2019-10”**

INFORME DE TESIS
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INTERACCIÓN HOMBRE-COMPUTADOR

AUTOR: Br. Oruna Cabrera, Diego Francisco

ASESOR: Dr. Urrelo Huiman, Luis Vladimir

TRUJILLO - PERÚ
2021

DEDICATORIA

Al término de esta etapa de mi vida, deseo expresar un profundo agradecimiento a quienes, con su ayuda y comprensión, me alentaron a lograr esta hermosa realidad.

Se necesita coraje para crecer y convertirse en lo que realmente eres. EE Cummings.

A mi madre, porque gracias a ellas he llegado a culminar el camino que con tanto esfuerzo me ha intentado brindar.

Diego F. Oruna Cabrera

AGRADECIMIENTO

La finalización del presente trabajo no hubiera sido posible sin la ayuda de algunas personas para quienes va mi agradecimiento especial:

A mi madre, por su apoyo y cariño incondicional.

Debo expresar también mi agradecimiento a mi asesor, por su valioso aporte y asesoramiento para la culminación de esta tesis

A la Universidad Privada Antenor Orrego, por darnos la grandiosa oportunidad de acceder a su centro laboral y brindarnos toda la información posible para el desarrollo del presente proyecto

A mis amigos y compañeros quienes me han apoyado en el desarrollo del presente estudio y que con sus consejos me alentaron a cada momento.

RESUMEN

“NEUROEDUCACIÓN Y REALIDAD AUMENTADA CON ARKIT PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE ATENCIÓN EN NIÑOS DE 7 a 11 AÑOS CON TDA EN LA ASOCIACIÓN PERUANA DE DÉFICIT DE ATENCIÓN DE LA CIUDAD DE LIMA EN EL SEMESTRE 2019-10”

Por:

Br. Diego Francisco Oruna Cabrera

En el presente proyecto se realizó una investigación relacionada con el Trastorno por Déficit de Atención y cómo, según los argumentos teóricos de la Neuroeducación, la Realidad Aumentada puede tener un efecto en el nivel de atención. Para validar la investigación se contó con el apoyo de la Asociación Peruana de Déficit de Atención (APDA) la cual brindó el contacto con población de 7 a 11 años que sufren de este trastorno. El proyecto se basó en el desarrollo de una aplicación de RA bajo la metodología ICONIX con conceptos teóricos que iban a ser evaluados a la población mediante un test de cancelación y así comprobar si su nivel de atención aumenta o disminuye comparados con un entorno tradicional.

La implementación de la aplicación de Realidad Aumentada se desarrolló bajo el framework ARKit 2 haciendo uso del lenguaje de programación Swift 5 en el IDE Xcode 10. Durante el desarrollo se utilizaron diversos modelos 3D que interactuaban con los usuarios.

Con los resultados del test de cancelación se logró concluir que la aplicación con Realidad Aumentada influye de forma positiva en el nivel de atención de los niños con Trastorno por Déficit de Atención, teniendo unos resultados de mejora del 42% en el promedio de puntaje obtenido.

Palabras clave: Realidad aumentada, neuroeducación, TDA, trastorno, atención, swift 5.

ABSTRACT

“NEUROEDUCATION AND INCREASED REALITY WITH ARKIT TO INCREASE THE LEVEL OF CARE IN CHILDREN FROM 7 to 11 YEARS WITH ADD IN THE PERUVIAN ASSOCIATION OF ATTENTION DEFICIT OF THE CITY OF LIMA IN THE SEMESTER 2019-10”

By:

Br. Diego F. Oruna Cabrera

In this project, an investigation was carried out related to Attention Deficit Disorder and how, according to the theoretical arguments of Neuroeducation, Augmented Reality can have an effect on the level of attention. To validate the research, we had the support of the Peruvian Association for Attention Deficit (APDA), which provided contact with the population aged 7 to 11 who suffer from this disorder. The project was based on the development of an AR application under the ICONIX methodology with theoretical concepts that were to be evaluated in the population by means of a cancellation test and thus check if their level of attention increases or decreases compared to a traditional environment.

The implementation of the Augmented Reality application was developed under the ARKit 2 framework using the Swift 5 programming language in the Xcode 10 IDE. During development, various 3D models were used that interacted with users.

With the results of the cancellation test, it was possible to conclude that the application with Augmented Reality positively influences the level of attention of children with Attention Deficit Disorder, having an improvement of 42% in the average score obtained.

Keywords: Augmented reality, neuroeducation, ADD, disorder, attention, swift 5

PRESENTACIÓN

Sr. Miembros del Jurado:

De conformidad con los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Computación y Sistemas, someto a vuestra consideración la Tesis titulada:

“NEUROEDUCACIÓN Y REALIDAD AUMENTADA CON ARKIT PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE ATENCIÓN EN NIÑOS DE 7 a 11 AÑOS CON TDA EN LA ASOCIACIÓN PERUANA DE DÉFICIT DE ATENCIÓN DE LA CIUDAD DE LIMA EN EL SEMESTRE 2019-10”

Este trabajo de investigación es el resultado del esfuerzo, donde he plasmado todos los conocimientos y experiencias adquiridas a lo largo de mi formación profesional, complementando además con la orientación y apoyo de mi Asesor y todas aquellas personas que colaboraron durante el desarrollo del Proyecto

Atentamente

Diego F. Oruna Cabrera

Asesor

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
PRESENTACIÓN	8
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 <i>Problema de Investigación</i>	13
1.2 <i>Objetivos</i>	14
1.3 <i>Justificación del estudio</i>	15
II. MARCO DE REFERENCIA	16
2.1 <i>Antecedentes del estudio</i>	16
2.2 <i>Marco teórico</i>	18
2.3 <i>Marco conceptual</i>	31
2.4 <i>Sistema de hipótesis</i>	32
2.5 <i>Variables e indicadores</i>	32
III. METODOLOGÍA EMPLEADA	34
3.1 <i>Tipo y nivel de investigación</i>	34
3.2 <i>Población y muestra de estudio</i>	34
3.3 <i>Diseño de investigación</i>	34
3.4 <i>Técnicas e instrumentos de investigación</i>	35
3.5 <i>Procesamiento y análisis de datos</i>	35
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	36
4.1 <i>Análisis e interpretación de resultados</i>	36
4.2 <i>Docimasia de hipótesis</i>	61

V.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	69
VI.	CONCLUSIONES	71
VII.	RECOMENDACIONES.....	72
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
IX.	ANEXOS	77

Índice de tablas

Tabla 1. Variables de estudio.....	33
Tabla 2. Géneros de la población.....	36
Tabla 3. Edades de la población.....	37
Tabla 4. Datos estadísticos de la población.....	40
Tabla 5. Requisitos funcionales de la aplicación de RA.....	42
Tabla 6. Requisitos no funcionales de la aplicación de RA.....	42
Tabla 7. Descripción de caso de uso: Ver lista de modelos AR disponibles	46
Tabla 8. Descripción de caso de uso: Detectar superficies horizontales y verticales	46
Tabla 9. Descripción de caso de uso: Posicionar modelo de AR en una superficie	47
Tabla 10. Descripción de caso de uso: Rotar, mover y eliminar el modelo de la superficie	47
Tabla 11. Aciertos vs errores de la población.....	60
Tabla 12. Tabla resumen de los resultados	62
Tabla 13. Criterios del Alpha de Cronbach	63
Tabla 14. Tabla de varianza de valores	64
Tabla 15. Criterios del Alpha de Cronbach	66
Tabla 16. Prueba de normalidad.....	67
Tabla 17. Análisis de comparación entre las muestras relacionadas.....	67
Tabla 18. Tabla de conclusiones	68

Índice de figuras

Figura 1. Gráfico de géneros de la población	37
Figura 2. Gráfico de edades de la población.....	38
Figura 3. Distribución de aciertos y errores.....	39
Figura 4. Modelo de dominio de la aplicación de Realidad Aumentada.....	44
Figura 5. Diagrama de casos de uso.....	45
Figura 6. Prototipo de la interfaz principal	49
Figura 7. Prototipo de la descripción del modelo en AR	50
Figura 8. Prototipo de la interfaz para posicionar el modelo en AR.....	51
Figura 9. Diagrama de robustez del flujo de la app	52
Figura 10. Diagrama de secuencia de la app	53
Figura 11. Prototipo final de la interfaz principal.....	54
Figura 12. Prototipo final de la descripción del modelo en AR.....	55
Figura 13. Prototipo final de un modelo posicionado en una superficie	56
Figura 14. Código para obtener el modelo de los assets en Xcode	57
Figura 15. Código para manejar la renderización de los modelos en AR	58
Figura 16. Código para manejar la renderización de los modelos en AR	59
Figura 17. Ratio de aciertos vs errores.....	60
Figura 18. Resultados de prueba T-Student.....	68

I. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se identifica y analiza la problemática encontrada, así como también la posible solución frente a lo encontrado. Además, se detalla el objetivo de plantear dicha alternativa de solución y los objetivos específicos que abarcan.

1.1 Problema de Investigación

Según estadísticas, en el Perú, en niños y adolescentes entre 7 a 11 años, hay un 8% de deserción escolar, y un 6.5% de alumnos que repiten el año. Un factor fundamental de este problema es la falta de atención en clase. (Filomeno Edwards, 2016)

Bien es cierto que, en un gran porcentaje, la causa de la inatención de estos niños se debe a problemas en casa, baja autoestima, problemas psicológicos, etc. (Urzúa M. et al., 2018)

Sin embargo, el otro porcentaje podría padecer de un trastorno neurobiológico que afecta aproximadamente en el mundo un 3% a 10% de la población escolar, llamado Trastorno por Déficit de Atención (TDA). (Gonzales Elorrieta, 2018)

Expertos calculan que en un salón de clases de 30 alumnos puede haber de 1 a 2 niños con este desorden neurológico. Pero, en el Perú, aún no se cuenta con un estudio sobre la prevalencia e incidencia del TDAH. (Velarde Inchaustegui et al., 2017)

Este trastorno afecta directamente la forma en cómo se relacionan con su entorno, por lo que les cuesta notoriamente, centrarse en algo y prestarle atención, debido a que el déficit está explícitamente centrado en los sistemas atencionales. (Urzúa M. et al., 2018)

Aunque la ciencia aún no puede explicar de una manera concreta las causas de este trastorno, es sabido que se puede mejorar el nivel de atención (Vélez-Álvarez & Claros, 2014), mediante la aplicación de Neuroeducación, que se basa en el estudio de las emociones, que pueden ser provocadas por un estímulo de altos niveles de

interactividad como la Realidad Aumentada en armonía con un nivel alto de interactividad en una aplicación que hace uso de Realidad aumentada como motor principal de su funcionamiento.

Y que, según informes (Azuma, 2017), para el año 2020, se prevé, que esta tecnología estará presente en el aula de los centros educativos.

En este contexto entre la relación del TDA y la Realidad Aumentada, nos planteamos el siguiente problema:

¿Cómo influirá en el nivel de atención en niños de 7 a 11 años con TDA el usar una aplicación de Realidad Aumentada con ARKit desarrollada acorde a conceptos de Neuroeducación, en la Asociación Peruana de Déficit de Atención de la ciudad de Lima en el periodo 2019-10?

1.2 Objetivos

General:

Implementar una aplicación de Realidad Aumentada con la tecnología ARKit, aplicando conceptos y teorías de Neuroeducación para influir en el nivel de atención en niños de 7 a 11 años con TDA, en la Asociación Peruana de Déficit de Atención de la ciudad de Lima en el semestre 2019-10

Específicos:

- Reconocer cualitativamente las características de la población de niños con TDA en la APDA.
- Determinar el nivel de atención actual de la población de niños con TDA en la APDA.
- Desarrollar e implementar una aplicación móvil con lenguaje Swift, haciendo uso de la tecnología ARKit 2, conceptos de neuroeducación y la metodología ICONIX.

- Determinar la influencia en el nivel de atención de la población mediante un test de cancelación, haciendo uso del factor tecnológico.

1.3 Justificación del estudio

El estudio de la investigación se justificará en el impacto que causará con respecto a los distintos ámbitos, los cuales se detallan a continuación:

En lo académico:

La investigación, al hacer uso de los conceptos de Neuroeducación y Realidad Aumentada en favor del TDA, podrá ser tomado como referencia en futuras investigaciones, ya que la combinación de estas 3 áreas aún no han sido exploradas de forma constante, además de aportar en la aplicación de técnicas o métodos pertinentes para proveer una alternativa de mejora distinta a este trastorno.

En lo tecnológico:

El uso de Realidad Aumentada aplicado en un entorno móvil abrirá nuevas formas de aplicaciones y experiencias interactivas en el campo de la mejora de la atención. Esta tecnología puede ser usada desde cualquier dispositivo móvil de gama media, por lo que abre las posibilidades de que cualquier persona que lo necesite, pueda hacer uso de ella.

En lo científico:

La presente investigación surge de la necesidad de integrar diversas áreas neurológicas en conjunto con la tecnología, para poder formular una estrategia efectiva con el propósito de mejorar el nivel de atención.

La investigación busca proporcionar la mayor cantidad de información útil a todas las comunidades que estén interesadas en conocer cómo se involucra la Realidad Aumentada con el TDA.

II. MARCO DE REFERENCIA

En el siguiente capítulo se presenta los antecedentes de investigaciones, a sí mismo se define el marco teórico y conceptual que contiene términos de las herramientas y metodología que se van a utilizar en la presente investigación.

2.1 Antecedentes del estudio

Título: INCIDENCIA DE LA REALIDAD AUMENTADA SOBRE EL ESTILO COGNITIVO: CASO PARA EL ESTUDIO DE LAS MATEMÁTICAS

Año: 2015

Lugar: Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI) de Bogotá

Resumen:

Esta investigación plantea una asociación entre el logro de aprendizaje de las matemáticas, con la Realidad Aumentada, en un ambiente virtual de aprendizaje. Contó con la participación de 83 estudiantes de la ECCI, del Programa de Ingeniería Industrial.

Los resultados indican que el uso de la realidad aumentada, implementada como estrategia de interacción natural con objetos digitales para el aprendizaje, permitió obtener mejores resultados de forma efectiva y significativa en cuanto al logro de aprendizaje de la asignatura Cálculo Vectorial.

Título: Análisis de la efectividad de un programa de entrenamiento de padres de niños con TDAH en un ambiente hospitalario

Lugar: Mallorca – España

Año: 2018

Resumen:

La presente investigación tuvo como aplicar un programa de entrenamiento para manejo de conductas problema a los padres de 21 niños diagnosticados de TDAH en un diseño cuasi-experimental pre-post, utilizando medidas del Child Behavior Checklist (CBCL) y de la Parenting Scale.

Y como conclusión, se determinó que los datos apoyan la eficacia y la viabilidad de los programas de entrenamiento de los padres para los niños con TDAH aplicados en

entornos hospitalarios, ya que mejoran una gran parte de los síntomas asociados y los estilos de crianza.

Título: TEACHER PERCEPTIONS OF NEUROEDUCATION: A MIXED METHODS SURVEY OF TEACHERS IN THE UNITED STATES

Año: 2014

Lugar: Estados Unidos

Resumen:

Se realizó una encuesta a 221 docentes certificados, de diferentes partes de EEUU, sobre la Neuroeducación.

Los resultados fueron casi unánimes. El 94% de los docentes, estuvieron de acuerdo en que es importante comprender los fundamentos neurológicos del aprendizaje, la cognición y el comportamiento. Y en general, la mayoría cree que una comprensión de la neurociencia es importante.

Título: ESTRATEGIAS EDUCATIVAS EFICACES APLICADAS POR MAESTROS PARA LA INCLUSIÓN DE NIÑOS CON TDAH EN EDADES ENTRE 7 a 11 AÑOS

Año: 2017

Lugar: Universidad de las Américas – Quito

Resumen:

La presente investigación, tuvo como objetivo analizar estrategias educativas eficaces aplicadas por maestros en la inclusión de niños con diagnóstico de TDAH en el aula de clases en dos escuelas de Quito.

La metodología consistió en un estudio descriptivo, con análisis de contenido educativo y enfoque cualitativo.

En conclusión, los puntos clave de las estrategias que formularon fueron las siguientes:

Ubicación en el aula, Mecanismos para captar la atención del estudiante, actividades, adaptaciones, acompañamiento y atención.

Título: REALIDAD AUMENTADA COMO APOYO EDUCATIVO PARA LOS DOCENTES DE NIÑOS ENTRE 7 Y 10 AÑOS DE EDAD DIAGNOSTICADOS CON TDAH

Lugar: Aula de clases de educación primaria

Resumen:

Los estudiantes con TDA, requieren estrategias, que vayan acorde a su condición y que se adecuen a su ritmo de aprendizaje. En el presente informe, se trata de probar como los efectos interactivos de la Realidad Aumentada, como propuesta metodológica, en un grupo de 20 niños para observar cuales eran los resultados.

Al término de la investigación se concluyó que el 35% de los estudiantes opinaron que la realidad aumentada aumenta la motivación de los estudiantes para aprender más; el 25% opinaron que se genera una mejor experiencia al comprender el tema de una manera diferente; el 20% opinaron que se logra prolongar la concentración durante la clase; el otro 20% opinaron que se logra aprender fácil acerca de los temas sin necesidad de memorizar.

2.2 Marco teórico

Neurociencia:

Muchos años han pasado desde los primeros estudios del cerebro en general, y como interactuamos con él, debido a que el hombre siempre está en busca de explicar las cosas, y más aún si se trata del órgano que regula nuestro comportamiento.

El sistema nervioso es parte fundamental de la vida, debido a que regula nuestras emociones, pensamientos, reacciones y entre otras funciones más y año a año, profesionales del medio, aportan nuevos conocimientos a las ramas que este provee. (Dávila, 2014)

La neurociencia es un conjunto de disciplinas que se encargan de estudiar, analizar y comprender el sistema nervioso y la forma cómo trabaja el cerebro (Nouri, 2016b). Todos los nuevos conocimientos que las investigaciones van adquiriendo sobre la

estructura y la organización del cerebro, sirven para llegar a un fin común. Entender la repercusión que tiene este en nuestras conductas, pensamientos y emociones. Y según (Yeung et al., 2017) tiene 3 objetivos fundamentales:

- El cerebro funcional
- La arquitectura funcional de la mente
- El mapeo entre cerebro y mente

Este autor afirma que, para fines pedagógicos, la más importante de estas 3, es la arquitectura funcional de la mente, debido a que parte fundamental del estudio de la neurociencia, son las células del cerebro, las neuronas. Ya que se está tratando de entender cómo millones y millones de ellas actúan, para producir la conducta, y que, a su vez, estas, están bajo influencia del ambiente que nos rodea, bajo un trabajo interdisciplinado, que cada parte específica del cerebro, al tener diversas funciones, debe realizar, y que son básicas en el desarrollo humano.

Esto es esencial, debido a que cuando se intenta dar respuestas a áreas como el aprendizaje o la memoria, los investigadores no pueden decir que comprenden solo un área de investigación. Ya que podemos extendernos hablando sobre Psicología, Pedagogía, Lingüística o Ciencias Cognitivas para poder dar un fundamento teórico a las cuestiones. (Campos, 2016)

Neurociencia cognitiva:

Este campo científico se base en 2 principios, la neurociencia, con su estudio del sistema nervioso, y la psicología cognitiva, que estudia las funciones mentales superiores, como: La atención, concentración, memoria, entre otros. (Palau et al., 2017)

Uno de sus objetivos, es integrar la educación, el cerebro, la mente y el aprendizaje. El cerebro y la mente deben trabajar en unidad para poder lograr esto de manera efectiva. Y que eso se logrará a través de una conciencia y comprensión de las

diferencias y similitudes en ambas áreas tradicionales de investigación. (Altimus et al., 2020)

Otro de ellos es estudiar cómo los fenómenos mentales ocurren en nuestro interior. Y en adición a otros estudios como con la Psicología Cognitiva, la neurobiología de sistemas y la neuroimagen, se está tratando de organizar los elementos de las funciones cognitivas dentro de ciertos sistemas neuronales. (Ferreira, 2016)

Los docentes están poco capacitados en un ámbito de estudio científico, y especialmente en neurociencia cognitiva, además afirma que los cursos que se les implantan, deben estar pensados y diseñados de una manera que permitan la unificación e unión de la educación y la investigación (Ansari et al., 2017). Y que estos conocimientos estén dirigidos principalmente a entender el desarrollo de las mentes y los cerebros de los estudiantes en pro de que los educadores formen una cultura lectora e investigadora para establecer conexiones entre lo que aprenden con lo que viven.

En el artículo de (Nouri, 2016b), se cita al académico Paul Howard-Jones el cual, en diversas investigaciones, ha manifestado su preocupación por los diversos neuromitos que se han formado a partir del estudio de las neurociencias cognitivas.

Estos conceptos erróneos, como que el cerebro solo se usa en un 10%, el uso de los hemisferios derecho e izquierdo, o los estilos de aprendizaje de VAK, han hecho que diversos investigadores del campo, critiquen a los entusiastas del aprendizaje basado en el cerebro, que están ofreciendo conceptos erróneos en sus investigaciones. (Howard-Jones & Fenton, 2018)

Neuroeducación:

Investigadores afirman que, desde hace unas décadas atrás, ya se trataba de ver qué relación tiene la investigación del cerebro con la educación. (Ansari et al., 2017)

En estos últimos años, la metodología de enseñanza se ha mantenido en una estrategia bastante lineal, que data desde hace décadas, y que ha sido influenciada por las antiguas corrientes pedagógicas. (Ravet & Williams, 2017)

Este panorama ya no corresponde al perfil de un alumno que día a día va a una escuela en pleno siglo XXI, y que está frecuentemente en contacto con diversas TICs en el ambiente que lo rodea.

La neuroeducación, también llamada “neurociencia educativa” o “Mente, cerebro y educación”, es un campo emergente de la investigación que nace, como su nombre lo indica, a partir de relacionar íntegramente la neurociencia con los procesos educativos.

Esta está basada en 3 áreas de estudio

Se le puede definir, además, como una nueva visión de la enseñanza, que se basa en una forma de aprendizaje dinámica, sustentada en neurociencia, cuyo una de sus finalidades es aplicar todo lo que se sabe acerca de cómo el cerebro aprende y que factores estimulan el desarrollo cerebral a un ámbito educativo. (Zhang, 2019)

Otro autor (Nouri, 2016a), define a la neuroeducación como el esfuerzo por mejorar las capacidades de enseñanza y aprendizaje, basados en la relación que tienen la neurociencia, la ciencia cognitiva, la psicología y la educación.

Este estudio es tan vital, que se han formado diversas iniciativas, como revistas, congresos, eventos, o cumbres, de parte de neurocientíficos, investigadores en educación, o profesionales responsables de explorar el potencial de las nuevas tecnologías, para aportar colaboraciones interdisciplinarias. (Ansari et al., 2017)

A raíz de esto, la neuroeducación trata de aportar nuevos conocimientos a los educadores, para que logren entender la estrecha relación que existe entre el cerebro y el aprendizaje, para así crear experiencias pedagógicas en los alumnos mucho más efectivas.

Para considerar si la neuroeducación realmente innova y fortalece la estrategia de educación, se hacen estas 4 preguntas:

1. ¿Qué sistemas de memoria están involucrados cuando los alumnos aprenden datos y fechas relacionados con la Segunda Guerra Mundial?
2. ¿El éxito del aprendizaje y de la retención está en la cantidad de veces que el profesor repite un ejercicio o en el sentido y significado que el alumno encuentra la respuesta?
3. ¿El éxito del aprendizaje y de la retención está en la cantidad de veces que el profesor repite un ejercicio o en el sentido y significado que el alumno encuentra la respuesta?
4. ¿Las emociones ejercen influencia en la memoria episódica?
(Campos, 2016)

La forma de responder estas preguntas, va a depender íntegramente de cuanto el educador conoce acerca de cómo el cerebro adquiere información, la procesa, la almacena y la convierte en un aprendizaje.

A raíz de esto, es necesario que los educadores se formen de manera correcta en el área, debido a que necesitan comprender los mecanismos cerebrales que subyace al aprendizaje, a la memoria, al lenguaje a los sistemas sensoriales, y motores, a la atención, a las emociones y todo lo que el medio puede influir. (Zhang, 2019)

Trastorno de Déficit de Atención (TDA)

El término Trastorno por Déficit de Atención es un subtipo de trastorno que es derivado del Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH).

El TDAH es definido como “Un patrón persistente de falta de atención y / o hiperactividad-impulsividad que interfiere con el funcionamiento o desarrollo”

(Vahia, 2013). Y que se caracteriza por 2 condiciones, que pueden o no, estar ambas en la misma persona:

Inatención (TDA): En donde el síntoma principal se presenta en la constante falta de atención y concentración.

Hiperactividad (TDH): La principal característica se basa en el hecho de que la persona no puede mantenerse tranquila, y está en constante movimiento.

Si bien es cierto, las causas de este mal aun aún son desconocidas, se afirman que una posible causa, vendría siendo una relación entre diversos factores psicosociales y biológicos que están presentes en el síndrome. (Nouri, 2016a)

Según investigaciones, este trastorno mayormente aparece en edades tempranas, hasta los 7 años, manifestándose en diversas áreas de la vida de los niños, como en el hogar o la escuela. La investigación muestra que es una condición genética heredada que se puede manejar de manera efectiva. Los estudios de gemelos sugieren una concordancia excepcionalmente alta, y los estudios genéticos muestran una probable base poligénica para la herencia. Se ha encontrado evidencia de disfunción cerebral en estudios de imágenes cerebrales, incluidas imágenes de resonancia magnética funcional, electroencefalografía cuantitativa y tomografía por emisión de positrones. Si sin tratamiento, el trastorno puede interferir con el desarrollo educativo y social y predisponer a dificultades psiquiátricas y de otro tipo. Hay muchos mitos y desinformación, alimentados por prejuicios personales y los medios de comunicación, en torno a la existencia y el tratamiento de la condición, lo que ha llevado a suponer que se sobrediagnostica y se trata en exceso en Gran Bretaña. (Urzúa M. et al., 2018)

El TDA suele apreciarse de manera más notoria, cuando el niño empieza a ir a la escuela, y relacionarse con el resto de sus compañeros, debido a que, por su condición, este va a resaltar negativamente, al presentar frecuentemente un

comportamiento distinto, en el caso del TDH, o una notoria falta de atención a lo que el docente está tratando de explicar (TDA). (Ramos Galarza, 2016)

Aprendizaje Basado en Simulaciones:

A lo largo de los años, se ha formulado diversas formas de enseñanza interactivas, como el aprendizaje basado en simulaciones.

En 1975 se define a la simulación como “el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a cabo experimentos con este modelo con el propósito de comprender el comportamiento del sistema o de evaluar diversas estrategias (dentro de los límites impuestos), por un criterio o conjunto de criterios para el funcionamiento del sistema”. (Ingalls & Kasales, 2015)

Este método plantea que el alumno deberá situarse en un contexto que imite algo real, y que en dicho ambiente haya situaciones o información valiosa para su aprendizaje. Una simulación se puede definir como un modelo de realidad que refleja algunas o todas sus propiedades. El aprendizaje basado en la simulación de hoy se basa principalmente en el uso de computadoras y tecnologías avanzadas para proporcionar una experiencia casi auténtica para el usuario y mejorar el aprendizaje. Como herramienta de aprendizaje, las simulaciones se basan principalmente en alguna otra teoría de aprendizaje e implementan sus principios. El aprendizaje basado en la simulación es un modelo de aprendizaje constructivista que brinda a los alumnos la experiencia de trabajar en un mundo o sistema simulado generalmente simplificado. Este enfoque, ampliamente adoptado en el ejército y la aviación "para maximizar la seguridad del entrenamiento y minimizar el riesgo" (Ramón S & Zulueta, 2000)

El uso de la simulación hoy en día, proporciona un entorno de aprendizaje totalmente agradable para los alumnos, debido a que recrean las situaciones de forma casi real, para que estos, sean parte del entorno simulado, y no solo sean observadores. Por lo que es considerado como una herramienta de suma

importancia en las escuelas como herramienta de enseñanza estratégica. (Sarracino, 2014)

Se plantea diversas ventajas significativas de la simulación en el aprendizaje: (Lateef, 2010)

- Aprendizaje por descubrimiento
- Fomentar la Creatividad
- Ahorrar tiempo y dinero
- Enseñanza individualizada
- Autoevaluación.

Realidad Aumentada:

Los gráficos generados por computadora han alcanzado un nivel en el que lograr una representación creíble del contenido fotorrealista ya no presenta un desafío, sino que sirve como un trampolín a la hora de definir el concepto de realidad a través de la convergencia de contenido real y virtual. (Permozer & Orehovacki, 2019)

La Realidad Aumentada es la superposición de datos, a través de espacios 3D para producir una nueva experiencia del mundo.(Carmigniani & Furht, 2011)

Hoy en día, la tecnología y los diversos avances en procesamiento de información han logrado crear experiencias de Realidad Virtual, que vendría siendo un entorno de escenas u objetos que parecen reales, debido a que el cerebro las confunde por la similitud con el entorno en que vivimos, pero que en realidad son totalmente irreales y han sido diseñadas para que se tenga la sensación de que el humano está inmerso en una realidad alternativa. (Challenor & Ma, 2019)

Estas tecnologías han sido un gran aporte para la humanidad, debido a que expanden los límites del cerebro humano, haciéndolo reaccionar ante diferentes

realidades, para poder estudiar cómo se comporta en diversas situaciones. (Azuma, 2017)

Los dispositivos más actuales que hacen uso de esta tecnología son:

- Oculus Rift
- Google VR
- HTC Vive
- Samsung Gear VR
- Sony Playstation VR
- Google Cardboard
- Entre otros

Pero a día de hoy, existe un problema con esta tecnología completamente irreal, y es que, para hacer uso de ella, como hemos mencionado antes, se necesita de hardware específico con la suficiente potencia de renderizar los entornos. Y a raíz de eso, se puede dar un concepto de Realidad Aumentada. (Challenor & Ma, 2019)

La realidad aumentada es una tecnología que busca potenciar la actividad de los individuos con el medio que los rodea, para esto se ayuda de la información contenida de cada objeto que puede observar o con el que pueda interactuar. AR es "una versión mejorada de la realidad creada por el uso de la tecnología para superponer información digital en una imagen de algo que se ve a través de un dispositivo (como una cámara de teléfono inteligente)". Tal método de superposición permite al usuario interactuar con las imágenes virtuales utilizando objetos reales de una manera fluida. La información superpuesta puede ser constructiva o destructiva, es decir, aditiva o enmascarante del entorno natural. (Melo Bohorquez, 2018)

Para explicarlo de manera más clara, el mundo en el que vivimos puede ser definido como una capa, y los objetos virtuales e irreales pueden ser definidos

como otra capa. La RA. Superpone la capa irreal a la capa real, haciendo que tengamos en nuestras manos, lo mejor de ambos mundos.

Uno de los objetivos de la RA es hacer la vida más simple de los usuarios a partir de poner información virtual en diversos escenarios o vistas del entorno del mundo real, además de mejorar la forma en como interactuamos con lo que nos rodea. (Carmigniani & Furht, 2011)

Los proyectos actualmente con RA no han parado de crecer, debido a que su uso es netamente multidisciplinario. Y ya se ha empezado a ver la utilización de este, en ámbitos realmente complicados como por ejemplo en cirugías de alto riesgo. (Fuchs et al., 2014)

Para clasificar la realidad aumentada, se le puede definir en 4 niveles:

Nivel 0: Hyperenlazando el mundo físico

Nivel 1: AR Basada en marcadores

Nivel 2: AR Sin Marcadores

Nivel 3: Visión Aumentada

Cada uno de estos miden de manera distinta la complejidad en la que se puede aplicar la RA, y entrando más en detalles, se puede afirmar que el nivel 0 son todos aquellos sistemas que proveen hiperenlaces a otros contenidos, por ejemplo, los códigos de barras, o los códigos QR. (Mekni & Lemieux, 2013)

En el nivel 1 tenemos la detección de patrones en 2D, para que los objetos en 3D, puedan posicionarse sobre ellos.

En el nivel 2 ya se obtiene la posición relativa, y la rotación del dispositivo mediante GPS, brújula o alguna otra tecnología capaz de lograrlo, para posicionar los objetos en 3D sin necesidad de reconocer algún patrón en específico.

Y finalmente en el nivel 3 están los dispositivos que uno mismo tiene que llevar encima para dar un nivel superior de RA, como por ejemplo los lentes de RA, o

los lentes de contacto “futuristas”, que proveerían algo más relevante y contextual a lo que nosotros percibimos de la realidad. A esto se le llama la visión aumentada, y si bien es cierto esto aún está en investigación y no existen dispositivos implantados en el mercado para hacer uso de ellos, su utilización no estaría en un futuro muy lejano. (Prendes Espinosa, 2015)

ARKit

Framework que integra las funciones de cámara y movimiento de un dispositivo iOS para producir experiencias de realidad aumentada en una aplicación o juego. (Cervenak & Masek, 2019)

ARKit que ofrece una gran cantidad de beneficios. Entre la gran cantidad de ventajas, se encuentran características tales como la capacidad de medir distancias entre dos puntos en el espacio, la detección de planos horizontales y verticales, la capacidad de detectar objetos tridimensionales y utilizarlos como disparadores ARKit simplifica enormemente el desarrollo de aplicaciones basadas en AR en varios aspectos clave con el uso del lenguaje de programación Swift de Apple compilado a través de Xcode. (Permozer & Orehovacki, 2019)

ARKit combina el seguimiento de movimiento del dispositivo, la captura de la escena de la cámara, el procesamiento avanzado de la escena y las funciones de visualización para simplificar la tarea de crear una experiencia AR. (Nowacki & Woda, 2020)

ARWorldTrackingConfiguration

“Esta configuración de AR establece una correspondencia entre el mundo real en el que habita el dispositivo y un espacio virtual de coordenadas 3D donde puede modelar el contenido. Cuando la aplicación muestra ese contenido junto con una imagen de cámara en vivo, el usuario experimenta la ilusión de que su contenido virtual es parte del mundo real.” (Cervenak & Masek, 2019)

Crear y mantener esta correspondencia entre espacios requiere rastrear el movimiento del dispositivo. La clase ARWorldTrackingConfiguration rastrea el movimiento del dispositivo con seis grados de libertad: específicamente, los tres ejes de rotación (balanceo, inclinación y guiñada) y tres ejes de traslación (movimiento en x, y, yz). (Permozer & Orehovacki, 2019)

Este tipo de seguimiento puede crear experiencias de AR inmersivas: puede parecer que un objeto virtual permanece en el mismo lugar en relación con el mundo real, incluso cuando el usuario inclina el dispositivo para mirar por encima o por debajo del objeto.

Efectos Cognitivos de la Realidad Aumentada

El uso de imágenes en 3D, que se posicionan en una capa superior a la realidad, produce una reacción altamente positiva en las personas debido a que esto aún, es algo desconocido para la mayoría. Si observamos específicamente los niveles de atención provocados por AR frente a la televisión, vemos que AR ofrece un nivel de atención un 45% más alto. La intensidad emocional es crucial cuando se trata de cómo procesamos la experiencia porque la intensidad emocional impulsa y colorea lo que el cerebro almacena o codifica en la memoria a largo plazo. (Li & Duh, 2013)

El hecho de que el entorno se vea potenciado por información adicional, puede ser sumamente aprovechado por los procesos cognitivos, ya que el nivel de retención que este genera, aumenta de manera considerable. (Buitrago Pulido, 2015)

Metodología ICONIX

ICONIX es una metodología de desarrollo de software que está entre Rational Unified Process (RUP) y Extreme Programming (XP). Al igual que RUP, el proceso ICONIX se basa en casos de uso de UML, pero es más ligero que RUP. ICONIX proporciona más documentación de requisitos y diseño que XP y tiene como objetivo evitar la parálisis del análisis. El proceso ICONIX utiliza solo cuatro

diagramas basados en UML en un proceso de cuatro pasos que convierte el texto del caso de uso en código de trabajo. (Rosenberg, Collins-Cope, & Stephens, 2005)

Esta metodología se compone de 4 fases:

Análisis de Requisitos: En esta primera fase se tiene la finalidad de elaborar como primer paso el modelo de dominio que no es más que un diagrama de clases simple al estar compuesto solamente de objetos reales en donde sus datos serán almacenados en el sistema. A partir de ese modelo se comienza a realizar los prototipos teniendo como base un storyboard de la interfaz gráfica, el cual se obtuvo inicialmente y será visualizadas por el cliente y a través de distintas reuniones estos prototipos serán afinados hasta conseguir el prototipo final con los requisitos por parte del cliente.

Análisis y Diseño Preliminar: En esta segunda fase se logra a partir de los casos de uso realizado en la primera fase donde por cada uno de ellos se obtendrá una ficha de caso de uso según punto de vista del usuario, la precondición que debe cumplir antes de iniciar, así como una pos condición que se debe cumplir al culminar. Esta fase está compuesta también por el diagrama de robustez cuyo objetivo es aumentar las relaciones a los diagramas de clase, conformado por tres tipos de objetos frontera, entidad y controlador, que se relacionan los dos primeros con sustantivos y el último con verbos respectivamente.

Diseño: En esta tercera fase está compuesta por los diagramas de secuencia derivadas de las fichas de caso de uso relacionadas a su vez con los casos de usos que se obtienen por los requisitos. Esto significa que al culminarse con el diseño después de refinar el diagrama de clases se puede comprobar la trazabilidad de sus requisitos y pasar a la última fase que conlleva esta metodología.

Implementación: En esta fase de finalización está relacionada netamente con el desarrollo del software es decir se redacta todo el código fuente que tendrá la aplicación, aquí se realiza el diagrama de componentes de manera opcional. Además, se comprueba a través de los testeos y pruebas para garantizar un software de calidad y si cumple con los requisitos trazados inicialmente para poder culminar con la entrega al usuario final.

Una de las principales distinciones de ICONIX es el uso del análisis de robustez, un método para cerrar la brecha entre el análisis y el diseño. El análisis de robustez reduce la ambigüedad en las descripciones de casos de uso, al garantizar que estén escritas en el contexto de un modelo de dominio adjunto. Este proceso hace que los casos de uso sean mucho más fáciles de diseñar, probar y estimar.

2.3 Marco conceptual

Ciencia: Rama del saber humano constituida por el conjunto de conocimientos objetivos y verificables sobre una materia determinada que son obtenidos mediante la observación y la experimentación, la explicación de sus principios y causas y la formulación y verificación de hipótesis y se caracteriza, además, por la utilización de una metodología adecuada para el objeto de estudio y la sistematización de los conocimientos.

Realidad Aumentada: Es el término que se usa para definir la visión de un entorno físico del mundo real, a través de un dispositivo tecnológico. Este dispositivo o conjunto de dispositivos, añaden información virtual a la información física ya existente; es decir, una parte sintética virtual a la real. De esta manera; los elementos físicos tangibles se combinan con elementos virtuales, creando así una realidad aumentada en tiempo real.

Psicopedagogía: es la rama de la psicología que se encarga de los fenómenos de orden psicológico para llegar a una formulación más adecuada de los métodos didácticos y pedagógicos. Se encarga de los fundamentos del sujeto y del objeto

de conocimiento y de su interrelación con el lenguaje y la influencia socio histórica, dentro del contexto de los procesos cotidianos del aprendizaje.

Neurología: es la rama de la medicina encargada del estudio del sistema nervioso. Es un área del conocimiento muy compleja ya que se trata del principal sistema encargado del control del funcionamiento de los demás sistemas, además de las actividades relacionados con el procesamiento de la información y el relacionamiento con el entorno.

Neuroeducación: La neuroeducación o neurodidáctica es una nueva visión de la enseñanza que se basa en aportar estrategias y tecnologías educativas centradas en el funcionamiento del cerebro.

Neurociencias: Los neurocientíficos investigan los diferentes aspectos que conforman el sistema nervioso: su estructura, sus funciones, las patologías y las bases moleculares.

2.4 Sistema de hipótesis

H_0 . El nivel de atención en niños de 7 a 11 años con TDA de la Asociación Peruana de déficit de atención no incrementará mediante la implementación de una aplicación de Realidad Aumentada con ARKit y conceptos de Neuroeducación en el período 2019-10.

H_1 . El nivel de atención en niños de 7 a 11 años con TDA de la Asociación Peruana de déficit de atención incrementará mediante la implementación de una aplicación de Realidad Aumentada con ARKit y conceptos de Neuroeducación en el período 2019-10.

2.5 Variables e indicadores

- **Variable independiente:**
Neuroeducación y Realidad Aumentada

- **Variable independiente:**

Nivel de atención en niños con Trastorno por Déficit de Atención

Tabla 1. Variables de estudio

Variable	Definición Conceptual	Indicadores	Tipo	Técnica	Instrumento
VI NEUROEDUCACIÓN Y REALIDAD AUMENTADA	Disciplina puente entre la neurología y las ciencias de la educación.	Sensibilidad de la información	Cualitativo	Encuesta	Cuestionario
		Tiempo de implementación de Realidad Aumentada	Cuantitativo	Medición de Tiempo	Hoja de Datos
VD NIVEL DE ATENCIÓN EN NIÑOS CON TDA	El Trastorno por Déficit de Atención afecta prevalentemente en la infancia y es posible medir su atención mediante diferentes pruebas según la población.	% de contenidos retenidos de su exploración	Cuantitativo	Comparación	Hoja de datos

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

En este capítulo se identifica la población y muestra en quienes se aplicará la hipótesis planteada, como también las técnicas e instrumentos que se utilizarán para la recopilación de datos e información.

3.1 Tipo y nivel de investigación

Tipo: De acuerdo con la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio experimental.

Nivel: Según las características del estudio, la presente investigación es explicativa.

3.2 Población y muestra de estudio

Población:

La población de la presente investigación son niños de 7 a 11 años con Trastorno por Déficit de Atención de la Asociación Peruana de Déficit de Atención en la ciudad de Lima.

Muestra:

La muestra es un grupo de 20 niños de la Asociación Peruana de Déficit de Atención en el periodo 2019-10 seleccionados por un muestreo no probabilístico. Se tomó la muestra por conveniencia debido a que no está documentado la cantidad de población total de la población para poder aplicar la fórmula del tamaño de la muestra.

3.3 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es experimental, dado que el resultado estará expresado de manera numérica con un pre-test y un post-test.

Grupo	Pre-prueba	V. Experimental	Post-Prueba
R G	O1	X	O2

Donde:

R G: Grupo de estudio con niños con trastorno por déficit de atención con asignación aleatoria

O1: Pre-prueba con el Test de cancelación

X: Aplicación de Realidad Aumentada

O2: Post-prueba con el Test de Cancelación

3.4 Técnicas e instrumentos de investigación**Técnicas:**

Observación: Las posibles causas de porqué la muestra, no presta atención en lo que se presenta a su alrededor

Entrevistas: Con las personas seleccionadas, para obtener datos más específicos sobre cuáles son esos factores los cuales logran captar más su atención

Encuesta (Cuestionario): Test de cancelación múltiple para analizar el nivel de atención presenta la población

Instrumentos:

- Hojas de observación
- IDE Xcode 10
- Lenguaje de programación Swift 5
- Figma
- Modelos 3D animados

3.5 Procesamiento y análisis de datos

Para el análisis de datos y el contraste de la hipótesis se utilizará el software estadístico SPSS para procesar los resultados obtenidos después de realizar la pruebas paramétricas estadísticas **t-student**.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se detalla e interpreta los resultados obtenidos por cada objetivo específico.

4.1 Análisis e interpretación de resultados

OE1: Reconocer cualitativamente las características de la población de niños con TDA.

Se realizó una visita a la Asociación Peruana de Déficit de Atención en la ciudad de Lima el día 29 de abril del 2019. La reunión consistió en reunir a un grupo de niños con Trastorno por Déficit de Atención para poder realizar la entrevista y las pruebas grupales. Durante la entrevista, se lograron reunir los siguientes datos:

Géneros

Tabla 2. Géneros de la población

Hombres	Mujeres
19	1

Géneros



Figura 1. Gráfico de géneros de la población

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Según se observa en la figura 1, de los 20 niños de la población, el 95% de ellos pertenecen al género masculino, mientras que el 5% restante pertenecen al género femenino.

Edades

Tabla 3. Edades de la población

Edades	Total de niños
7	4
8	6
9	3

10	3
11	4

Total de niños vs. Edades

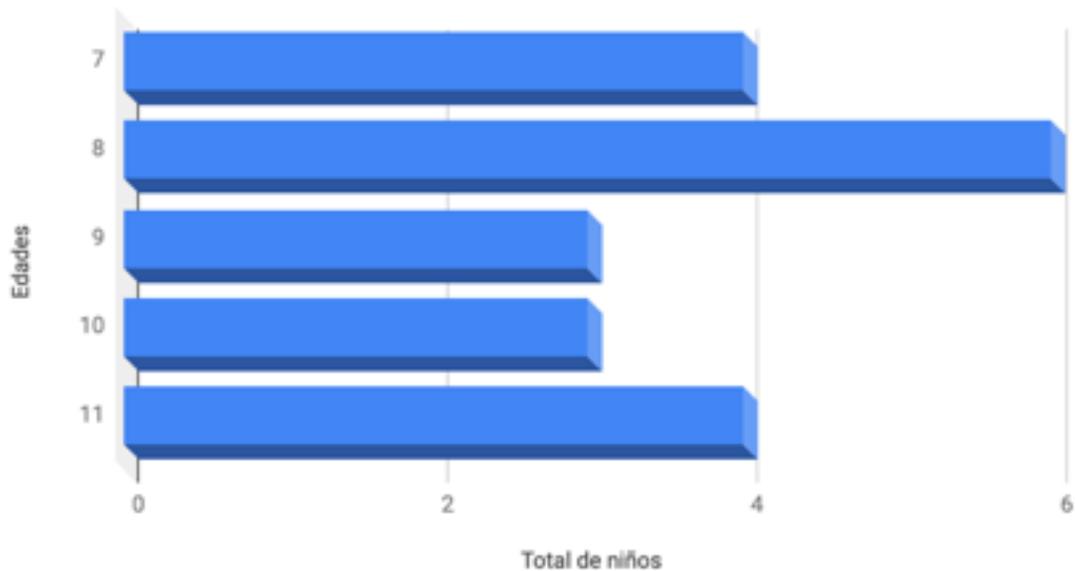


Figura 2. Gráfico de edades de la población

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Según se observa en la figura 2, de los 20 niños de la población, el rango específico de edad promedio es de 7 a 11 años.

OE2: Determinar el nivel de atención actual de la población de niños con TDA.

Test de Cancelación Previo.

Se realizó un Test de Cancelación de entrada a los 20 niños de la población para verificar el nivel actual de atención promedio mediante un test de cancelación simple (Anexo 1), el cual se basa en marcar, de 45 opciones disponibles, con una “X” solamente los conceptos que fueron explicados sin haber hecho uso de la aplicación de Realidad Aumentada.

De los cuales, 30 de las opciones son correctas, y 15 de las opciones son incorrectas, habiéndose obtenido los siguientes resultados:

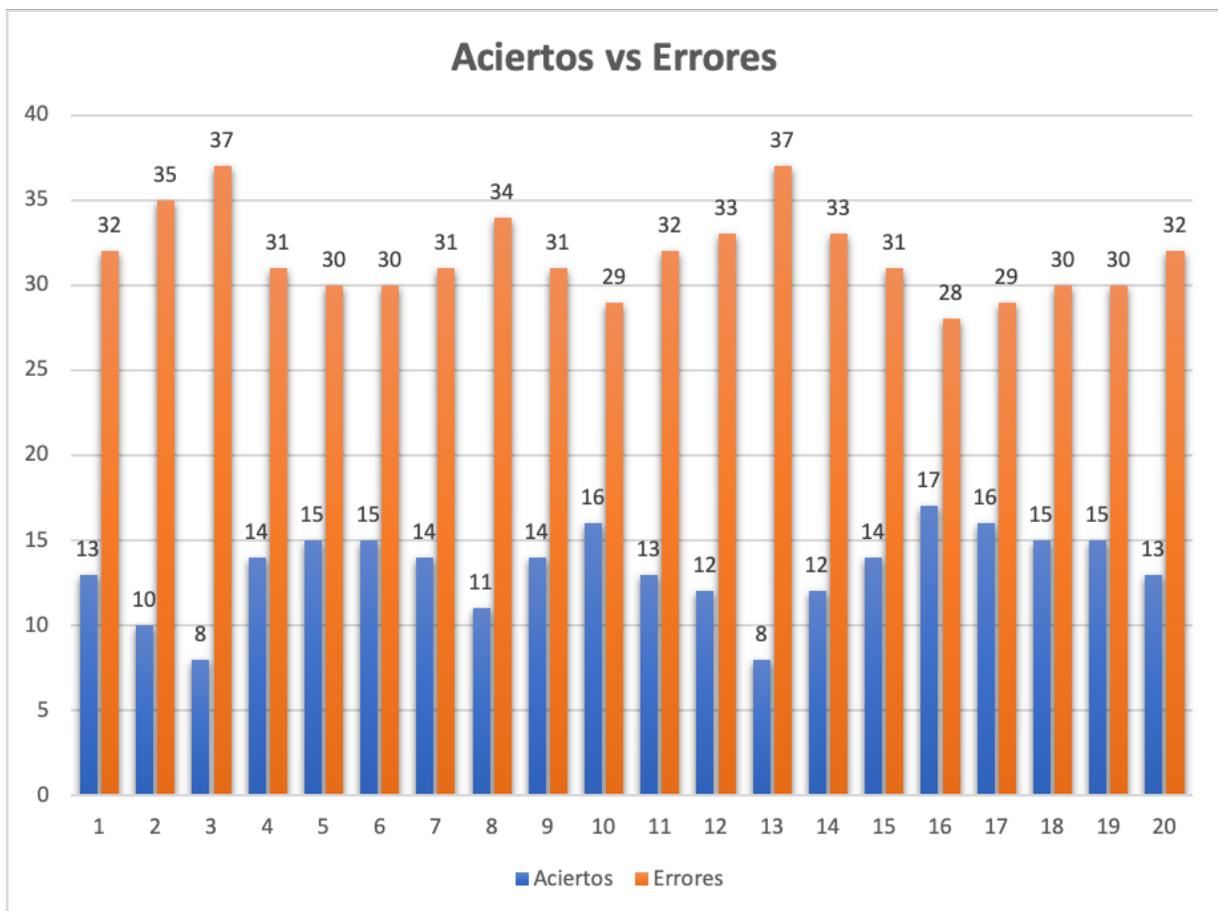


Figura 3. Distribución de aciertos y errores

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Datos estadísticos de la población

Niño (ID)	Aciertos	Errores
1	13	32
2	10	35
3	8	37
4	14	31
5	15	30
6	15	30
7	14	31
8	11	34
9	14	31
10	16	29
11	13	32
12	12	33
13	8	37
14	12	33
15	14	31
16	17	28
17	16	29
18	15	30
19	15	30
20	13	32
Promedio (\bar{x})	13.25	31.75

Interpretación:

Según se observa en la tabla 4, el promedio de aciertos obtenidos del test de cancelación asciende a 13.25, mientras que la cantidad de errores cometidos en el test alcanza la suma de 31.5. Con estos datos se procedió a calcular el nivel de atención de la población (Pág. 56), tomando en cuenta el promedio de aciertos, y se llegó a la conclusión que el nivel de atención asciende a un % **29.44**.

Esta figura permite reconocer cual es la opción predominante de respuestas de la población.

O3: Desarrollar e implementar una aplicación móvil con lenguaje Swift, haciendo uso de la tecnología ARKit 2, conceptos de neuroeducación y la metodología ICONIX.

En siguiente objetivo, se detallará el desarrollo de la aplicación con las fases de la metodología ICONIX.

Análisis de requisitos:

- Requisitos funcionales y no funcionales

El inicio del desarrollo de un proyecto de software es la descripción de los requisitos funcionales del sistema, recogidos de las necesidades de quienes serán los usuarios finales. Estos requerimientos se componen en requisitos funcionales, cuya función es describir al sistema en términos de entrada y salida, mientras que los requerimientos no funcionales representan las cualidades que debe tener el sistema.

A continuación, se enumeran los requisitos que se han planteado para la aplicación de Realidad Aumentada:

Tabla 5. Requisitos funcionales de la aplicación de RA

ID	Requisito
RQ1	Se requiere que en la aplicación se pueda ver la lista de modelos en AR disponibles.
RQ2	La aplicación debe mostrar la descripción detallada de los modelos de AR.
RQ3	La aplicación debe posicionar modelo de Realidad Aumentada según la superficie detectada.
RQ4	El dispositivo debe ser capaz de detectar superficies horizontales para la detección
RQ5	La aplicación debe ser capaz de rotar, mover y eliminar el modelo de Realidad Aumentada según se necesite para su exploración.
RQ6	La aplicación debe poder eliminar el modelo de Realidad Aumentada del plano actual.

De igual manera, la aplicación debe cumplir con requisitos no funcionales que se detallarán a continuación:

Tabla 6. Requisitos no funcionales de la aplicación de RA

ID	Requisito
1	Se requiere que en la aplicación se pueda ver la lista de modelos en AR disponibles.
2	La aplicación debe mostrar la descripción detallada de los modelos de AR.

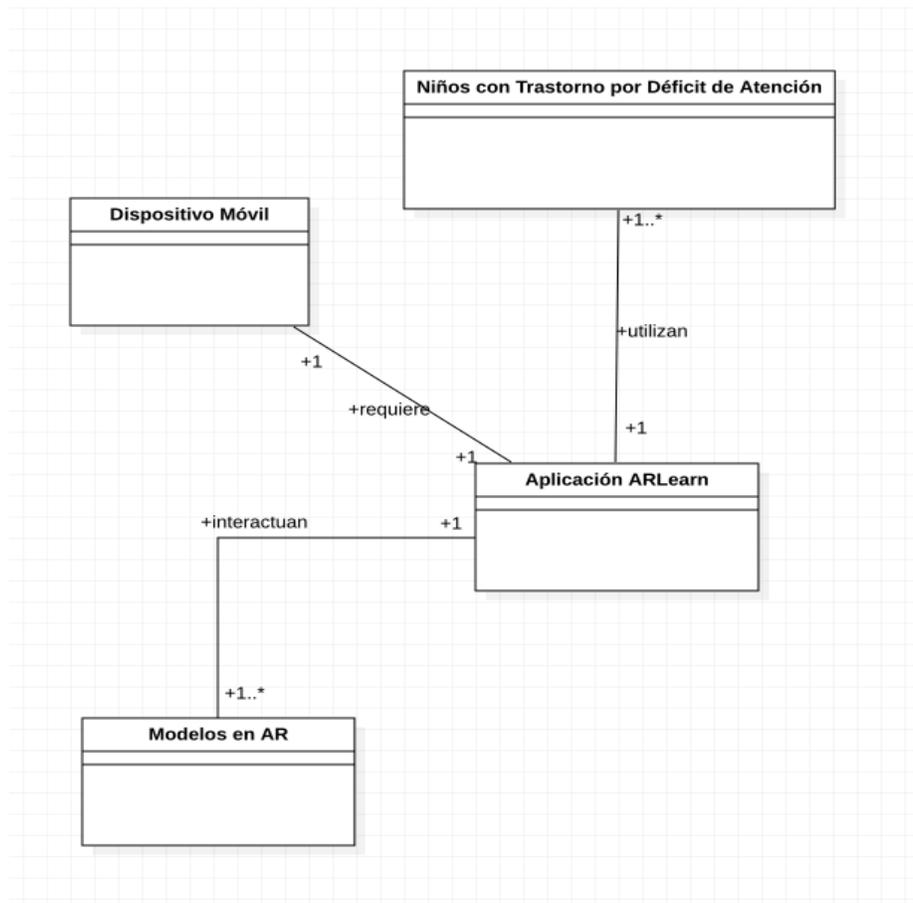
3	La aplicación debe posicionar modelo de Realidad Aumentada según la superficie detectada.
4	El dispositivo debe ser capaz de detectar superficies horizontales para la detección
5	La aplicación debe ser capaz de rotar, mover y eliminar el modelo de Realidad Aumentada según se necesite para su exploración.
6	La aplicación debe poder eliminar el modelo de Realidad Aumentada del plano actual.

Modelo de dominio

En el siguiente modelo de dominio, se mostrarán cada uno de los objetos que existen relacionados a la aplicación y las relaciones que hay entre ellos.

Reglas de negocio:

- En la aplicación interviene uno o más niños con TDA.
- En la aplicación se mostrará uno o más modelos en RA para seleccionar.
- Dentro de cada modelo, existirá información relevante a este.
- La aplicación puede estar instalada en uno o más dispositivos móviles.
- La aplicación requiere de cámara



*Figura 4. Modelo de dominio de la aplicación de Realidad Aumentada
Fuente: Elaboración propia en StarUML*

Modelo de Casos de Uso del negocio.

A continuación, se expone el modelo de caso de uso del negocio:

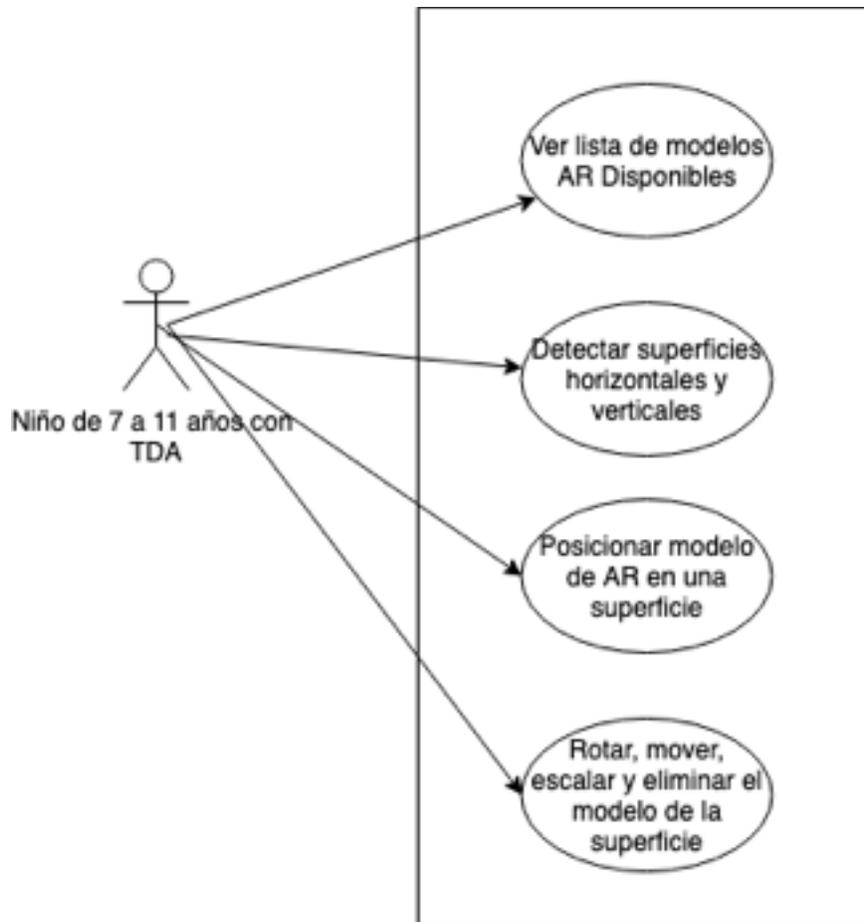


Figura 5. Diagrama de casos de uso

Fuente: Elaboración propia en StarUML

Interpretación:

Los casos de uso detallan al actor principal (Niño con TDA) junto con todas las posibles acciones que será capaz de realizar dentro de la app. En este caso, se incluyó: ver la lista de modelos AR disponibles, detectar superficies horizontales, posicionar el modelo y poder rotarlos, moverlo y eliminarlo. Estas acciones favorecen la interactividad de la aplicación y proponen una forma innovadora de interactuar con los modelos 3D.

Análisis y diseño preliminar

- Descripción de casos de uso

Tabla 7. Descripción de caso de uso: Ver lista de modelos AR disponibles

Nombre:	Ver lista de modelos AR disponibles
Autor:	Diego Oruna
Fecha:	12-02-2019
Descripción:	Visualizar en la interfaz de usuario la lista de temas con los modelos en AR disponibles
Actores:	Niño con TDA
Flujo Normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario entra en la aplicación 2. Selecciona el tema de la lista de los disponibles 3. Leer la descripción del tema
Flujo Alternativo:	-

Tabla 8. Descripción de caso de uso: Detectar superficies horizontales y verticales

Nombre:	Detectar superficies horizontales y verticales
Autor:	Diego Oruna
Fecha:	15-03-2019
Descripción:	Una vez seleccionado el modelo, la cámara del dispositivo debe reconocer la superficie en la cual va a posicionar el objeto
Actores:	Niño con TDA
Flujo Normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar la superficie

<ol style="list-style-type: none"> 2. Posicionar la cámara en dirección de la superficie 3. Mover el dispositivo lentamente para el reconocimiento 4. Obtener la confirmación de que el objeto está listo para posicionarse
Flujo Alternativo: -

Tabla 9. Descripción de caso de uso: Posicionar modelo de AR en una superficie

Nombre:	Posicionar modelo de AR en una superficie
Autor:	Diego Oruna
Fecha:	25-04-2019
Descripción:	Una vez detectada la superficie, el objeto se posicionará para ser observado
Actores:	Niño con TDA
Flujo Normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Detectar la superficie 2. Verificar si la superficie esta apta para posicionar el objeto 3. Oprimir el botón en la interfaz para posicionar 4. Observar
Flujo Alternativo:	-

Tabla 10. Descripción de caso de uso: Rotar, mover y eliminar el modelo de la superficie

Nombre:	Rotar, mover, y eliminar el modelo de la superficie
Autor:	Diego Oruna
Fecha:	06-04-2019

<p>Descripción:</p> <p>Con el objeto posicionado, este podrá ser rotado, movido de posición, escalado y eliminado</p>
<p>Actores:</p> <p>Niño con TDA</p>
<p>Flujo Normal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Para la rotación: Movimiento del dedo lateral 2. Para el movimiento: Ligera presión en el objeto y movimiento libre 3. Para el escalado: Gesto “Pinch to Zoom” sobre el objeto 4. Para el eliminado: Tap en el objeto y seleccionar “Eliminar”
<p>Flujo Alternativo:</p> <p>-</p>

- **Prototipos de Interfaz de Usuario**

En esta parte se detalla las futuras interfaces que formarán parte de la aplicación de Realidad Aumentada, estos fueron diseñados en la herramienta Balsamiq Mockups.

Inicio de la aplicación:

En este primer prototipo, aparecerá la lista de modelos disponibles en realidad aumentada. Estarán separados por categoría o temas para que sea más sencillo la identificación de lo que se quiere lograr con la aplicación.

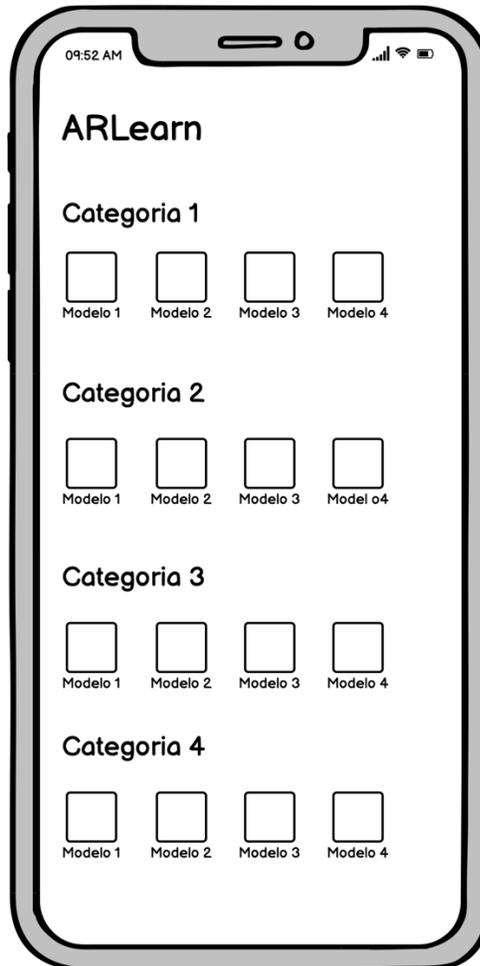


Figura 6. Prototipo de la interfaz principal

Fuente: Elaboración propia

Descripción del modelo en AR:

En esta parte del prototipo, se muestra la descripción teórica del modelo en RA junto con otros datos relevantes para el niño.

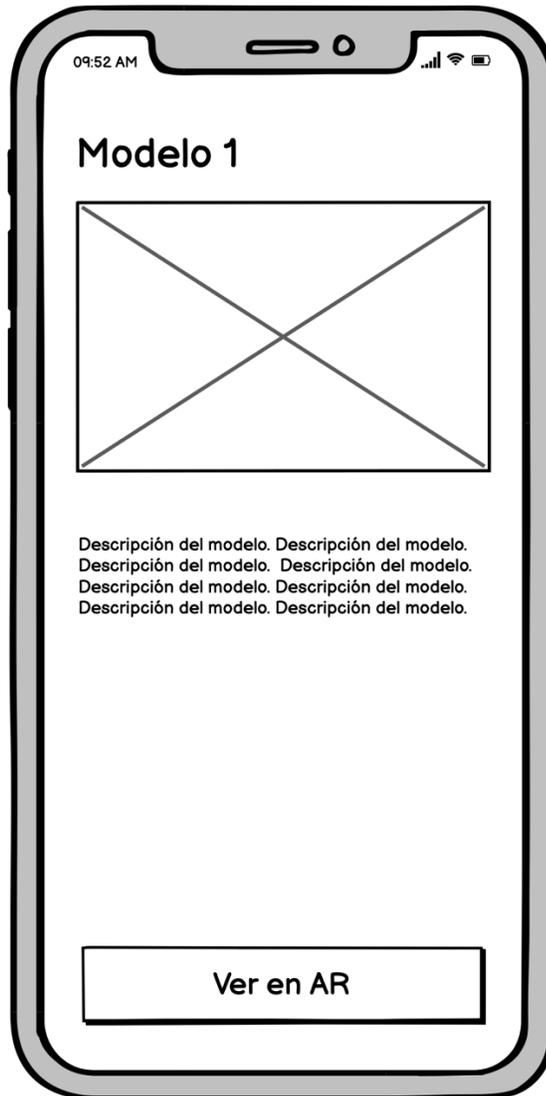


Figura 7. Prototipo de la descripción del modelo en AR

Fuente: Elaboración propia

Posicionar modelo con AR:

En la última parte del prototipo, se muestra la activación de la cámara delantera del dispositivo móvil para poder posicionar el modelo en AR en una superficie horizontal. Mediante un botón se podrá posicionar, y con otro se elimina un modelo posicionado.

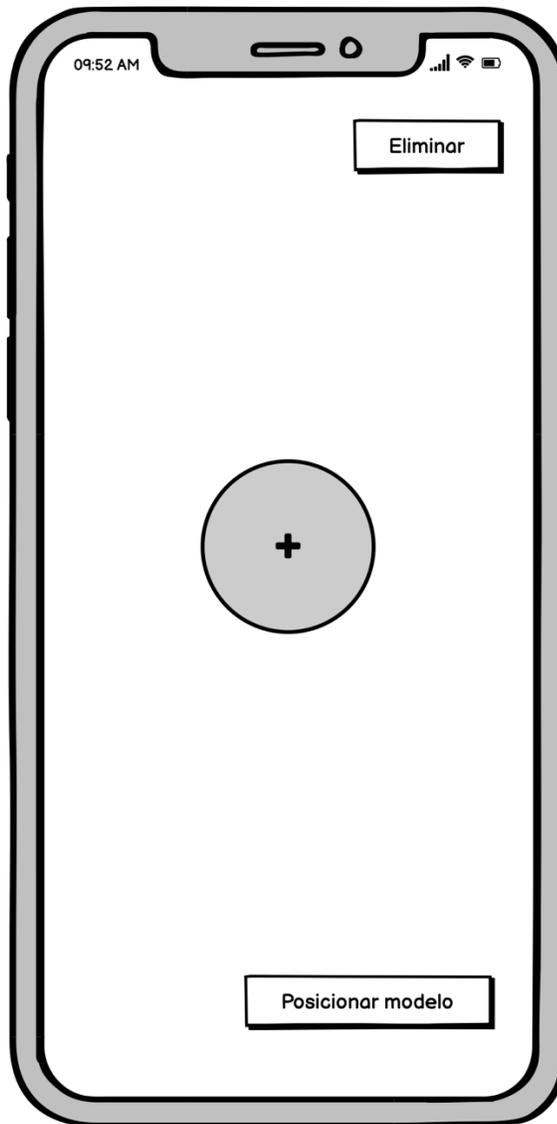


Figura 8. Prototipo de la interfaz para posicionar el modelo en AR

Fuente: Elaboración propia

- Diagrama de Robustez

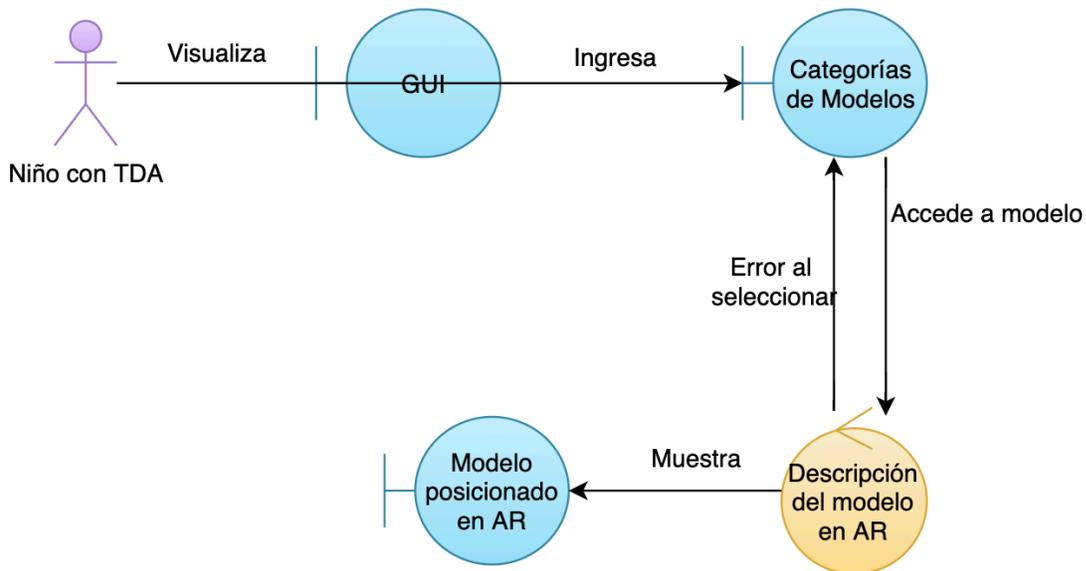


Figura 9. Diagrama de robustez del flujo de la app

Fuente: Elaboración propia

- Fase de diseño

- Diagrama de secuencia

Para la aplicación de Realidad Aumentada, los niños, una vez entran a la aplicación, serán capaces de elegir entre una variedad de temas disponibles categorizados según corresponda, una vez ingresen a alguna de las opciones, visualizarán un preview del modelo y la descripción teórica de este. Luego de esto, podrán posicionar el modelo en la superficie y verlo en realidad aumentada.

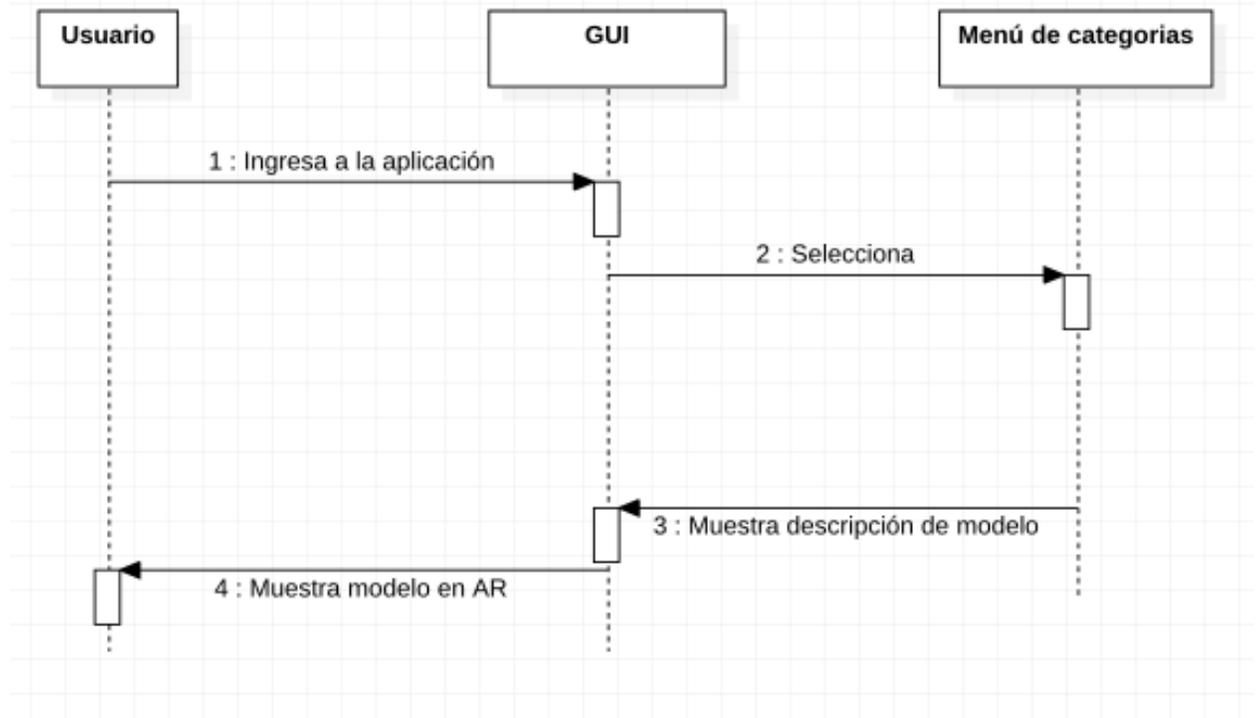


Figura 10. Diagrama de secuencia de la app

Fuente: Elaboración propia

- Interfaces iniciales de la aplicación

Para realizar la parte final de los diseños nos basamos en los prototipos anteriores para mantener una línea visual que sea interactiva y a su vez fácil de usar, ya que los niños podrían fácilmente no sentirla cómoda y no usarla.

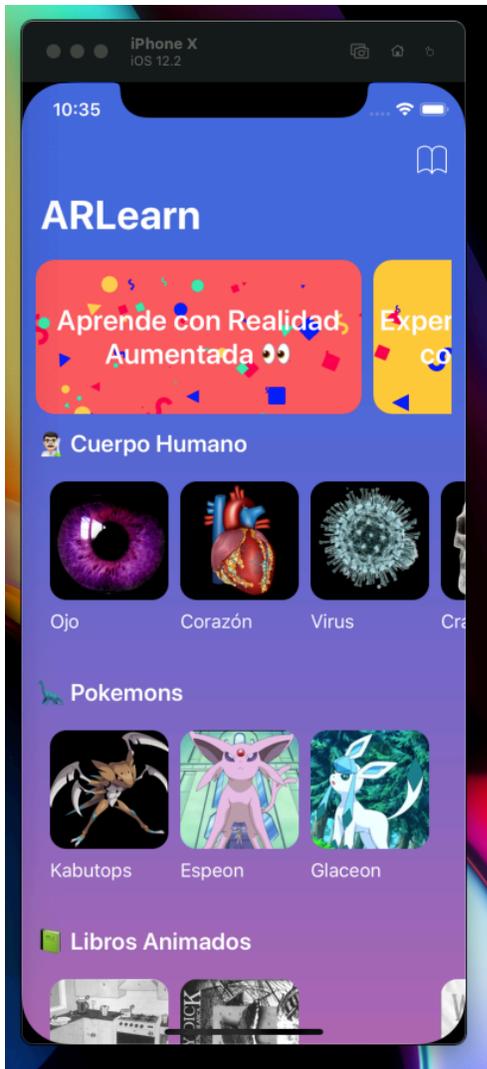


Figura 11. Prototipo final de la interfaz principal

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La primera interfaz de la aplicación muestra la lista de modelos en AR disponibles, categorizados por diversos temas que pueden llamar la atención de los niños. Se incluyeron temas relevantes, tanto de humanidades, como de entretenimiento. De igual forma, se incluyó una navegación por gestos verticales, facilitando la visualización de todos los modelos disponibles.

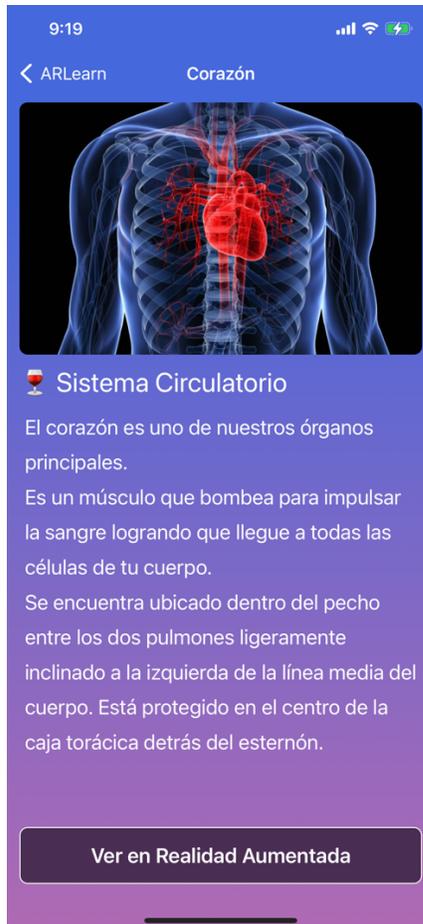


Figura 12. Prototipo final de la descripción del modelo en AR

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La segunda interfaz de la aplicación muestra la descripción del modelo en AR, junto con diversos datos relevantes para el entendimiento, junto con una imagen descriptiva del modelo. En la parte inferior se encuentra el botón que lleva a la pantalla para posicionar el modelo en AR.

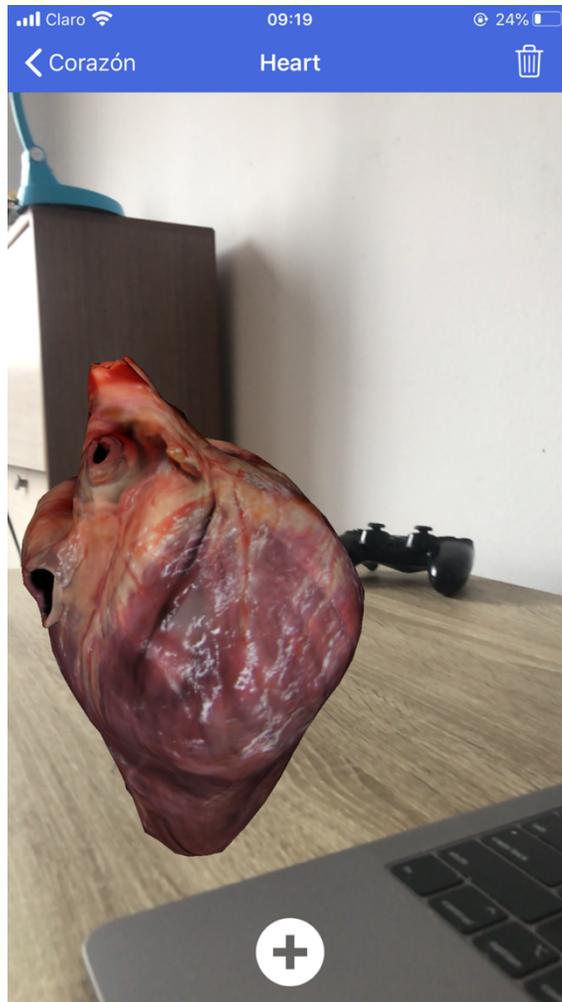


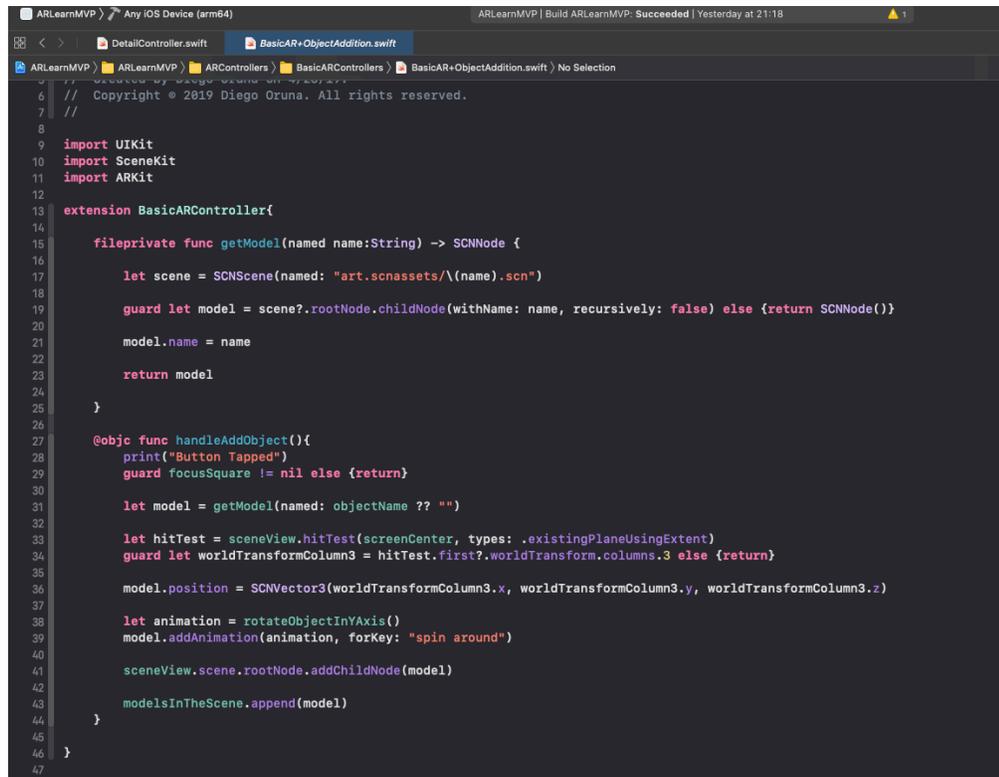
Figura 13. Prototipo final de un modelo posicionado en una superficie
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La última interfaz de la aplicación muestra el modelo listo para ser posicionado en AR. El botón de (+) se muestra para posicionar el modelo en alguna superficie detectada. Cuando se presiona, se muestra el modelo interactivo, el cual puede ser observado desde todos los ángulos para ver los detalles.

- Fase de desarrollo

En la fase de desarrollo, se hizo uso de la herramienta de software Xcode 11 para la ejecución y compilado del código. Para el manejo interno de la realidad aumentada se utilizó el framework de Apple llamado ARKit y SceneKit. Esto se detalla a continuación:



```
ARLearnMVP > Any iOS Device (arm64) ARLearnMVP | Build ARLearnMVP: Succeeded | Yesterday at 21:18
DetailController.swift BasicAR+ObjectAddition.swift
ARLearnMVP > ARLearnMVP > ARControllers > BasicARControllers > BasicAR+ObjectAddition.swift No Selection
6 // Copyright © 2019 Diego Oruna. All rights reserved.
7 //
8
9 import UIKit
10 import SceneKit
11 import ARKit
12
13 extension BasicARController{
14
15     fileprivate func getModel(named name:String) -> SCNNode {
16
17         let scene = SCNScene(named: "art.scnassets/\(name).scn")
18
19         guard let model = scene?.rootNode.childNode(withName: name, recursively: false) else {return SCNNode()}
20
21         model.name = name
22
23         return model
24     }
25
26
27     @objc func handleAddObject(){
28         print("Button Tapped")
29         guard focusSquare != nil else {return}
30
31         let model = getModel(named: objectName ?? "")
32
33         let hitTest = sceneView.hitTest(screenCenter, types: .existingPlaneUsingExtent)
34         guard let worldTransformColumn3 = hitTest.first?.worldTransform.columns.3 else {return}
35
36         model.position = SCNVector3(worldTransformColumn3.x, worldTransformColumn3.y, worldTransformColumn3.z)
37
38         let animation = rotateObjectInYAxis()
39         model.addAnimation(animation, forKey: "spin around")
40
41         sceneView.scene.rootNode.addChildNode(model)
42
43         modelsInTheScene.append(model)
44     }
45 }
46
47
```

Figura 14. Código para obtener el modelo de los assets en Xcode

Fuente: Elaboración propia

Explicación:

El siguiente código es una función utilizada para poder hacer un “retrieve” de los modelos en AR que están almacenados localmente en los assets del proyecto. La segunda función mostrada permite posicionar el objeto en una superficie mediante nodos.

```
11
12 extension BasicARController:ARSCNViewDelegate{
13
14     func renderer(_ renderer: SCNSceneRenderer, didAdd node: SCNNode, for anchor: ARAnchor) {
15
16         guard focusSquare == nil else {return}
17         let focusSquareLocal = FocusSquare()
18         sceneView.scene.rootNode.addChildNode(focusSquareLocal)
19
20         focusSquare = focusSquareLocal
21
22     }
23
24     func renderer(_ renderer: SCNSceneRenderer, didUpdate node: SCNNode, for anchor: ARAnchor) {
25         guard anchor is ARPlaneAnchor else {return}
26
27     }
28
29     func renderer(_ renderer: SCNSceneRenderer, didRemove node: SCNNode, for anchor: ARAnchor) {
30         guard anchor is ARPlaneAnchor else {return}
31     }
32
33     func renderer(_ renderer: SCNSceneRenderer, updateAtTime time: TimeInterval) {
34         guard let focusSquareLocal = focusSquare else {return}
35
36         let hitTest = sceneView.hitTest(screenCenter, types: .existingPlane)
37         let hitTestResult = hitTest.first
38         guard let worldTransform = hitTestResult?.worldTransform else {return}
39         let worldTransformColumn3 = worldTransform.columns.3
40
41         focusSquareLocal.position = SCNVector3(worldTransformColumn3.x, worldTransformColumn3.y, worldTransformColumn3.z)
42
43         DispatchQueue.main.async {
44             self.updateFocusSquare()
45         }
46
47     }
48
49     func createPlane(withPlaneAnchor planeAnchor: ARPlaneAnchor) -> SCNNode{
50
51         let plane = SCNPlane(width: CGFloat(planeAnchor.extent.x), height: CGFloat(planeAnchor.extent.z))
52         plane.firstMaterial?.diffuse.contents = UIImage(named: "art.scnassets/grid.png")
53         plane.firstMaterial?.isDoubleSided = true
```

Figura 15. Código para manejar la renderización de los modelos en AR

Fuente: Elaboración propia

Explicación:

Esta parte del código muestran los métodos requeridos para manejar los modelos y los planos detectados por la cámara del dispositivo móvil. Una vez que se detecta una superficie horizontal, este código permite mostrar un indicador en la pantalla que notifica al usuario que el modelo en AR está listo para ser posicionado.

```
ARLearnMVP > ARLearnMVP > ARControllers > BasicARControllers > BasicARController.swift > No Selection
83     let configuration = ARWorldTrackingConfiguration()
84     configuration.planeDetection = [.horizontal]
85
86     sceneView.session.run(configuration)
87 }
88
89 override func viewWillAppear(_ animated: Bool) {
90     super.viewWillAppear(animated)
91     sceneView.session.pause()
92 }
93
94 override func viewWillTransition(to size: CGSize, with coordinator: UIViewControllerTransitionCoordinator) {
95     super.viewWillTransition(to: size, with: coordinator)
96     let viewCenter = CGPoint(x: size.width/2, y: size.height/2)
97     screenCenter = viewCenter
98 }
99
100 func updateFocusSquare(){
101     guard let focusSquareLocal = focusSquare else {return}
102
103     guard let pointOfView = sceneView.pointOfView else {return}
104
105     let firstVisibleModel = modelsInTheScene.first { (node) -> Bool in
106         return sceneView.isNode(node, insideFrustumOf: pointOfView)
107     }
108
109     let modelsAreVisible = firstVisibleModel != nil
110
111     if modelsAreVisible != focusSquareLocal.isHidden {
112         focusSquareLocal.isHidden = modelsAreVisible
113     }
114
115     let hitTest = sceneView.hitTest(screenCenter, types: .existingPlaneUsingExtent)
116
117     if let hitTestResult = hitTest.first{
118         let canAddNewModel = hitTestResult.anchor is ARPlaneAnchor
119         focusSquareLocal.isClosed = canAddNewModel
120     }else{
121         focusSquareLocal.isClosed = false
122     }
123 }
```

Figura 16. Código para manejar la renderización de los modelos en AR

Fuente: Elaboración propia

Explicación:

Esta parte del código muestra el método para actualizar en tiempo real el indicador que nos muestra el dispositivo para posicionar el modelo en Realidad Aumentada. Cuando la cámara detecta una superficie en la cual no puede posicionar, el indicador desaparece e impide poner el modelo seleccionado.

O4. Reconocer la influencia en el nivel de atención de la población mediante un test de cancelación, haciendo uso del factor tecnológico.

Se realizó el segundo Test de Cancelación luego de haber hecho uso del factor tecnológico a los 20 niños de la población para verificar el nivel atención promedio

mediante un test de cancelación simple (Anexo 1), de los cuales, 30 de las opciones son correctas, y 15 de las opciones son incorrectas, habiéndose obtenido los siguientes resultados:

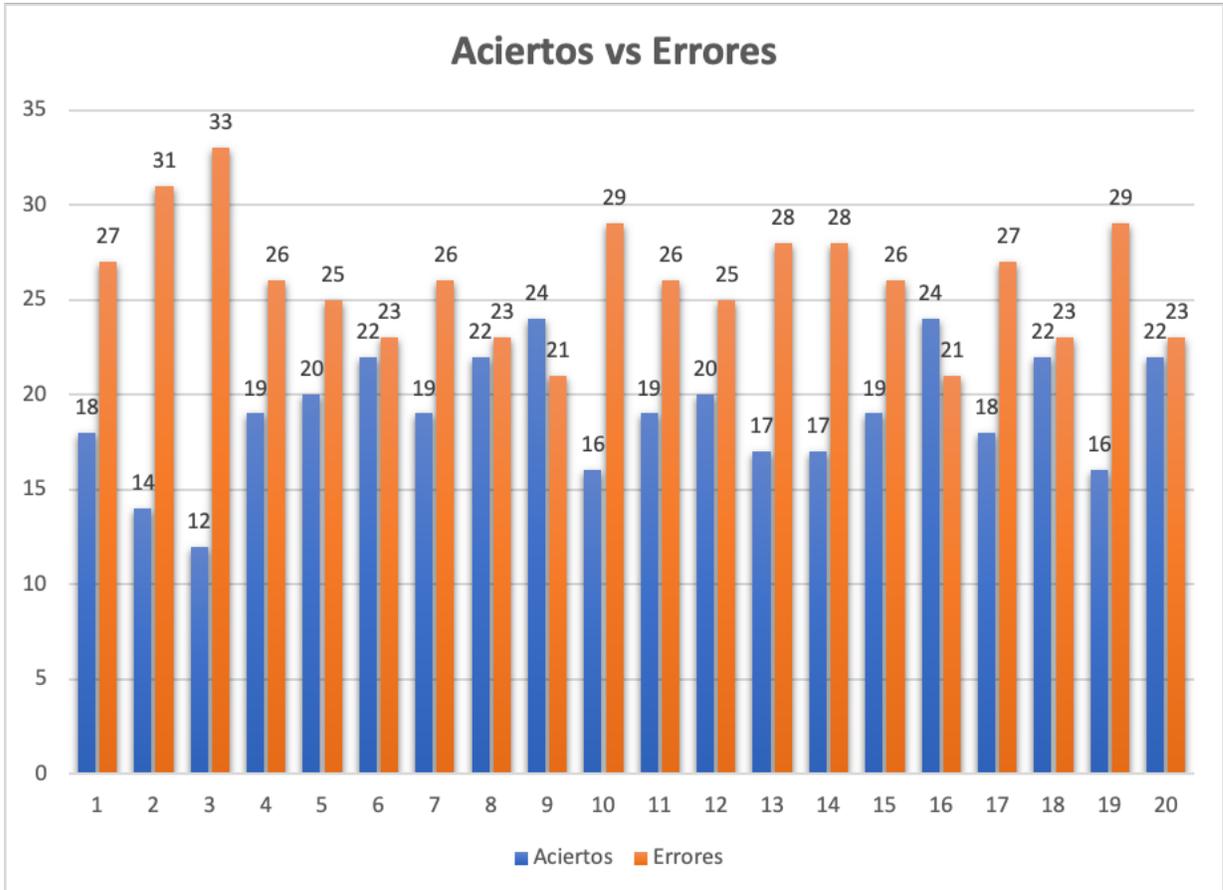


Figura 17. Ratio de aciertos vs errores

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Aciertos vs errores de la población

Niño (ID)	Aciertos	Errores
1	18	27
2	14	31
3	12	33

4	19	26
5	20	25
6	22	23
7	19	26
8	22	23
9	24	21
10	16	29
11	19	26
12	20	25
13	17	28
14	17	28
15	19	26
16	24	21
17	18	27
18	22	23
19	16	29
20	22	23
Promedio	19	26

Interpretación:

Según se observa en la figura 9, el promedio de aciertos obtenidos del test de cancelación asciende a 19, mientras que la cantidad de errores cometidos en el test alcanza la suma de 26. Con estos datos se procedió a calcular el nivel de atención de la población, tomando en cuenta el promedio de aciertos, y se llegó a la conclusión que el nivel de atención post prueba asciende a un **% 42.22**.

Esta figura permite reconocer cual es la opción predominante de respuestas de la población post prueba.

4.2 Docimasia de hipótesis

Para este caso, se utilizará una prueba paramétrica llamada T-Student, para validar que la aplicación ARLearn incrementa y tiene una influencia positiva en el nivel de atención en niños de 7 a 11 años con TDA de la Asociación Peruana de Déficit de Atención, implementando una aplicación de Realidad Aumentada con ARKit y conceptos de Neuroeducación. Para poder realizar esto se utilizaron los resultados que se obtuvieron en las pruebas pre y post con test de cancelación.

Tabla 12. Tabla resumen de los resultados

ID	Edad	Test de cancelación	
		Puntuación S/A	Puntuación C/A
1	7	13	18
2	9	10	14
3	11	8	12
4	11	14	19
5	9	15	20
6	8	15	22
7	7	14	19
8	10	11	22
9	9	14	24
10	10	16	16
11	8	13	19
12	7	12	20
13	8	8	17
14	10	12	17
15	10	14	19
16	9	17	24
17	8	16	18
18	10	15	22
19	11	15	16

20	8	13	22
----	---	----	----

Confiabilidad

Primero se procedió a identificar el índice de confiabilidad del Alpha de Cronbach para medir la fiabilidad de nuestros test.

1. Criterios y fórmula del Alpha de Cronbach

Tabla 13. Criterios del Alpha de Cronbach

CRITERIOS	
Tipo	Cantidad
Muy Baja	0 – 0.2
Baja	0.2 – 0.4
Moderada	0.4 – 0.6
Buena	0.6 – 0.8
Alta	0.8 - 1

A partir de las varianzas de los ítems, para calcular el coeficiente del Alpha de Cronbach, la fórmula matemática es la siguiente:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right]$$

Donde

α = Alfa de Cronbach

K = Número de ítems

Vi = Varianza de cada ítem

Vt = Varianza del total

2. Cálculo de las varianzas de los ítems

Tabla 14. Tabla de varianza de valores

ID	Edad	Test de cancelación		Sumatoria
		Puntuación S/A	Puntuación C/A	
1	7	13	18	31
2	9	10	14	24
3	11	8	12	20
4	11	14	19	33
5	9	15	20	35
6	8	15	22	37
7	7	14	19	33
8	10	11	22	33
9	9	14	24	38
10	10	16	16	32
11	8	13	19	32
12	7	12	20	32
13	8	8	17	25
14	10	12	17	29
15	10	14	19	33
16	9	17	24	41
17	8	16	18	34
18	10	15	22	37
19	11	15	16	31
20	8	13	22	35
Varianza		5.8875	9.5	22.9875
Suma		15.3875		

3. Aplicación de la fórmula

Reemplazo de valores en la fórmula:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right]$$

$$K = 2$$

$$Vi = 15.3875$$

$$Vt = 22.9875$$

$$\alpha = 0.6614$$

4. Obtención del Alpha de Cronbach

Luego de aplicar la fórmula matemática, el coeficiente del Alpha de Cronbach obtenido es 0.66, esto indica que la prueba es considerada como “buena” en relación a la confiabilidad de los datos.

Normalidad

1. Redactar Hipótesis

H_1 . El nivel de atención en niños de 7 a 11 años con TDA de la Asociación Peruana de déficit de atención incrementará mediante la implementación de una aplicación de Realidad Aumentada con ARKit y conceptos de Neuroeducación en el período 2019-10.

H_0 . El nivel de atención en niños de 7 a 11 años con TDA de la Asociación Peruana de déficit de atención no incrementará mediante la implementación de una aplicación de Realidad Aumentada con ARKit y conceptos de Neuroeducación en el período 2019-10.

2. Definir margen de error

$$\alpha = 0.05 = 5\%$$

3. Calcular p-valor

3.1. Al ser muestra pequeña (<30), se utilizará la prueba de Shapiro Wilk para determinar la normalidad de los datos.

Tabla 15. Criterios del Alpha de Cronbach

 ID	 Edad	 PuntuaciónSA	 PuntuaciónCA
1	7	13	18
2	9	10	14
3	11	8	12
4	11	14	19
5	9	15	20
6	8	15	22
7	7	14	19
8	10	11	22
9	9	14	24
10	10	16	16
11	8	13	19
12	7	12	20
13	8	8	17
14	10	12	17
15	10	14	19
16	9	17	24
17	8	16	18
18	10	15	22
19	11	15	16
20	8	13	22

3.2. Luego de tener los resultados de la prueba de normalidad, se selecciona los datos obtenidos de Shapiro Wilk en el sistema estadístico SPSS.

Tabla 16. Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PuntuaciónSA	.168	20	.139	.923	20	.113
PuntuaciónCA	.129	20	.200*	.965	20	.640

Criterios para determinar Normalidad:

P-valor $\geq \alpha$ Aceptar H0 = Los datos provienen de una distribución **Normal**.

P-valor $< \alpha$ Aceptar H1 = Los datos NO provienen de una distribución **Normal**.

3.3. Mostrar los valores obtenidos de normalidad y p-valor, se observa que el p-valor (antes y después) son mayores que el margen de error.

Normalidad		
P-valor = 0.113 (Puntuación antes)	>	$\alpha = 0.05$
P-valor = 0.640 (Puntuación antes)	>	$\alpha = 0.05$
Conclusiones: Los datos de la cantidad de puntaje provienen de una distribución normal .		

Tabla 17. Análisis de comparación entre las muestras relacionadas

Fuente: Elaboración propia

4. Prueba T-Student

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	PuntuaciónSA	13.25	20	2.489	.557
	PuntuaciónCA	19.00	20	3.162	.707

Paired Samples Correlations				
		N	Correlation	Sig.
Pair 1	PuntuaciónSA & PuntuaciónCA	20	.508	.022

Paired Samples Test									
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	PuntuaciónSA - PuntuaciónCA	-5.750	2.863	.640	-7.090	-4.410	-8.981	19	<.001

Figura 18. Resultados de prueba T-Student

Fuente: Elaboración propia

5. Decisión estadística

El criterio para decidir es:

- Si la probabilidad obtenida p-valor $\leq \alpha$, se rechaza H0 (Se acepta H1)
- Si la probabilidad obtenida p-valor $> \alpha$, se acepta H0

P-valor = >0.001	<	$\alpha = 0.05$
<p>Conclusiones: Hay una significativa diferencia en la puntuación obtenida durante el test de cancelación previo, comparado con la la puntuación del test posterior. Por ende, se concluye que la aplicación de Realidad Aumentada tuvo una influencia positiva en la atención de los niños con Trastorno por Déficit de Atención.</p>		

Tabla 18. Tabla de conclusiones

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En este apartado se analizan los resultados obtenidos en la investigación en comparación con los antecedentes mencionados anteriormente según el orden de los objetivos específicos indicados.

OE 1: Reconocer cualitativamente las características de la población de niños con TDA en la APDA.

Durante la presente investigación se comprobó que las edades de las personas en las cuales se diagnostica y se empieza a lidiar con el Trastorno por Déficit de Atención, suelen estar en la etapa de la niñez. Más específicamente, entre los 7 a 11 años de edad. Esta característica también se detalla en la investigación *“Estrategias educativas eficaces aplicadas por maestros para la inclusión de niños con TDAH en edades entre 7 a 11 años”* de la Universidad de las Américas en Quito, Ecuador. En este trabajo se detallaron estrategias especializadas de enseñanza para niños de edades tempranas, ya que es en esta etapa en las cuales los niños tienden a hacer notar de forma considerable su condición. Sumado a esto, se describa estas edades como las principales en las cuales los padres y maestros deben poner mayor atención, ya que es el inicio de su vida escolar.

OE 2: Determinar el nivel de atención actual de la población de niños con TDA en la APDA.

Durante la investigación, junto con la aplicación del test de cancelación, se pudo comprobar que el nivel de atención de niños con TDA es bastante bajo, lo que causa problemas en la retención de conceptos. Durante la explicación de los temas, los niños tendían a centrarse en cosas diferentes a la explicación y no poner atención a lo que estaba siendo presentado en las diapositivas, por lo tanto, en el test, el número de errores era superior al número de aciertos. Más específicamente, el promedio de aciertos y errores ascendió a un 13. Esto denotó el claro enfoque de la investigación, al ser este el mayor problema que enfrentan los niños con TDA en estas edades. Esto se describe de igual forma en la investigación *“Análisis de la efectividad de un programa de entrenamiento de padres de niños con TDAH en un ambiente hospitalario”* en Mayorca,

España. En este trabajo, los padres notaban que a sus hijos les costaba considerablemente centrarse en diversos temas de relevancia, lo que los llevó a enfocarse en mejorar sus formas de crianza para poder adaptarse a la forma en como ellos centran su atención.

OE 3: Desarrollar e implementar una aplicación móvil con lenguaje Swift, haciendo uso de la tecnología ARKit 2, conceptos de neuroeducación y la metodología ICONIX.

Para el desarrollo de esta aplicación móvil, la metodología ICONIX fue de suma importancia, ya que permitió un enfoque ágil y basado en componentes para el diseño, desarrollo y despliegue de la app. Además, se comprobó que la interactividad y facilidad de uso de una aplicación móvil es relevante a la hora que el niño interactúa con esta. El uso del framework ARKit 2 para la implementación de Realidad Aumentada fue crucial, ya que permitió la rápida implementación de modelos 3D que podían ser posicionados en superficies horizontales. El mayor aporte de este framework es realizar todos los cálculos matemáticos y de visión computacional de forma interna, siendo así una opción viable a la hora del desarrollo. En la investigación *“Estrategias educativas eficaces aplicadas por maestros para la inclusión de niños con TDAH en edades entre 7 a 11 años”*, se plantea de igual forma, estrategias interactivas para lograr captar la mayor atención de los niños. Estas estrategias interactivas se asemejan a la forma en como se desarrolló la aplicación móvil, ya que los modelos en 3D podían ser visualizados desde todos los ángulos y ser posicionados en diversas superficies, lo cual requerían que los niños estén en movimiento y en constante atención a lo que veían y exploraban en las pantallas del dispositivo móvil.

OE 4: Determinar la influencia en el nivel de atención de la población mediante un test de cancelación, haciendo uso del factor tecnológico.

Luego de realizar el despliegue de la aplicación y haber realizado por segunda vez el test de cancelación, se llegó a encontrar que el uso de la Realidad Aumentada como factor tecnológico, afecta de forma positiva en el nivel de atención de los niños. Los resultados se reflejaron en las puntuaciones del test de cancelación, en donde el promedio de

aciertos ascendió a un 19, en comparación del 13 previo. Esto denota que la interactividad, sumado al estilo de presentación de la información, apoya favorablemente a que los niños centren su atención y entiendan lo que están observando en el dispositivo móvil. Esto se detalla de igual forma en la investigación “*Realidad Aumentada como apoyo educativo para los docentes de niños entre 7 y 10 años de edad diagnosticados con TDAH*”. En este trabajo se trata de probar como propuesta metodológica la Realidad Aumentada en un grupo de niños con TDA, para observar los resultados. Se concluyó que la mayor parte de los estudiantes habían notado efectos positivos tanto en la motivación, retención, comprensión y aprendizaje.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó que las características predominantes de la población los cuales fueron el objeto de prueba son en su mayoría hombres (95%) y se encuentran en un rango de edad de 7 a 11 años.
- Luego de haber aplicado el test de cancelación a la población sin haber hecho el uso del factor tecnológico, se detectó un porcentaje de aciertos del 29.44% y 70.56% de errores en los resultados del test, demostrando la notable falta de atención al serles explicados los conceptos de forma teórica. Esto denota lo poco útiles que son las clases tradicionales en entornos escolares para niños con este síndrome.
- El framework ARKit 2 desempeñó un rol crucial para el desarrollo de la aplicación con Realidad Aumentada, permitiendo detectar planos horizontales y verticales con la cámara del dispositivo móvil para posicionar el objeto 3D en alguna superficie. Además, el uso del lenguaje Swift 5 hizo sumamente fácil la tarea de construir la interfaz gráfica, y a su vez la manipulación mediante gestos del objeto en 3D para mejorar la experiencia del usuario. La metodología ICONIX

tuvo un impacto positivo en el desarrollo, ya que permitió de forma ágil y estructurada, organizar las fases hasta el despliegue.

- Los conceptos de neuroeducación fueron el soporte teórico de esta investigación ya que involucran las 3 áreas del conocimiento humano: Pedagogía, psicología y neurociencia. Estos conocimientos sustentaron la viabilidad de la Realidad Aumentada como un factor tecnológico que puede ser viable para la mejora de la atención en diversos tipos de conceptos.
- Luego de haber sustentado las ventajas de la neuroeducación y aplicarlas con un proyecto de Realidad Aumentada con niños que sufren de Trastorno por Déficit de Atención, se llegó a la conclusión que los factores ya mencionados tuvieron un efecto e influencia positiva en la población y que su nivel de atención incrementó de forma considerable en comparación al test que se les realizó previamente, sin hacer uso de un factor tecnológico. Esto se vio reflejado en el promedio de aciertos pre (13.25) y post (19) aplicación, lo que denota que la Realidad Aumentada puede ser usada como estrategia educativa en entornos escolares.

VII. RECOMENDACIONES

- Reunir mayor número de población para lograr una mejor precisión en los resultados estadísticos.
- Aumentar el número de investigaciones en torno al uso de la Realidad Aumentada como factor tecnológico.
- Aplicar un test diverso al test de cancelación con el fin de ampliar el rango de edades.
- Hacer pruebas del factor tecnológico en dispositivos con un ratio de pantalla mayor a las 10 pulgadas para que se logren apreciar los detalles de los modelos 3D, y que el impacto de estos sean mayores en la población.

- Dirigir mayor número de proyectos enfocados hacia el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad dado su bajo número de investigaciones actuales en el sector tecnológico y su bajo número de incidencias en el Perú.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altimus, C. M., Marlin, B. J., Charalambakis, N. E., Colón-Rodriguez, A., Glover, E. J., Izbicki, P., Johnson, A., Lourenco, M. V., Makinson, R. A., McQuail, J., Obeso, I., Padilla-Coreano, N., & Wells, M. F. (2020). The next 50 years of neuroscience. In *Journal of Neuroscience* (Vol. 40, Issue 1, pp. 101–106). Society for Neuroscience. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0744-19.2019>
- Ansari, D., De Smedt, B., & Grabner, R. H. (2017). Neuroeducation - A critical overview of an emerging field. In *Neuroethics* (Vol. 5, Issue 2, pp. 105–117). Springer. <https://doi.org/10.1007/s12152-011-9119-3>
- Azuma, R. T. (2017). A Survey of Augmented Reality. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* (Vol. 6). <http://www.cs.unc.edu/~azumaW>:
- Buitrago Pulido, R. D. (2015). Incidencia de la realidad aumentada sobre el estilo cognitivo: caso para el estudio de las matemáticas. *Educación y Educadores*, 18(1), 27–41. <https://doi.org/10.5294/edu.2015.18.1.2>
- Campos, A. L. (2016). *NEUROEDUCACIÓN: UNIENDO LAS NEUROCIENCIAS Y LA EDUCACIÓN EN LA BÚSQUEDA DEL DESARROLLO HUMANO*.
- Carmigniani, J., & Furht, B. (2011). Augmented Reality: An Overview. In *Handbook of Augmented Reality* (pp. 3–46). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6_1
- Cervenak, R., & Masek, P. (2019). ARKit as indoor positioning system. *International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops, 2019-October*. <https://doi.org/10.1109/ICUMT48472.2019.8970761>
- Challenor, J., & Ma, M. (2019). A Review of Augmented Reality Applications for History Education and Heritage Visualisation. *Multimodal Technologies and Interaction*, 3(2), 39. <https://doi.org/10.3390/mti3020039>
- Dávila, C. A. A. (2014). El cerebro: de la estructura y la función a la psicopatología.

- Segunda parte: la microestructura y el procesamiento de la información. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, XXXIII(1), 126S-154S.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80609709>
- Ferreira, T. J. de M. (2016). *NEUROCIENCIA + PEDAGOGÍA = NEUROPEDAGOGÍA: REPERCUSIONES E IMPLICACIONES DE LOS AVANCES DE LA NEUROCIENCIA PARA LA PRÁCTICA EDUCATIVA*. Universidad Internacional de Andalucía. <https://dspace.unia.es/handle/10334/2075>
- Filomeno Edwards, A. (2016). El Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad en las últimas cuatro décadas y media en el Perú. Problemas actuales y búsqueda de soluciones. *Revista Medica Herediana*, 17(3), 119.
<https://doi.org/10.20453/rmh.v17i3.868>
- Fuchs, H., Livingston, M. A., Raskar, R., Colucci, D., Keller, K., State, A., Crawford, J. R., Rademacher, P., Drake, S. H., & Meyer, A. A. (2014). Augmented reality visualization for laparoscopic surgery. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 1496, 934–943. <https://doi.org/10.1007/bfb0056282>
- Gonzales Elorrieta, C. (2018). *TDAH: nuevas estrategias de diagnóstico e intervención*, de Claudia González Elorrieta.
<https://play.google.com/store/books/details?id=iWpTDwAAQBAJ>
- Howard-Jones, P. A., & Fenton, K. D. (2018). The need for interdisciplinary dialogue in developing ethical approaches to neuroeducational research. *Neuroethics*, 5(2), 119–134. <https://doi.org/10.1007/s12152-011-9101-0>
- Ingalls, R. G., & Kasales, C. (2015). Introduction to simulation. *Proceedings of the 31st Conference on Winter Simulation Simulation---a Bridge to the Future - WSC '99*, 2, 1201–1206. <https://doi.org/10.1145/324898.325037>
- Lateef, F. (2010). Simulation-based learning: Just like the real thing. *Journal of Emergencies, Trauma and Shock*, 3(4), 348–352. <https://doi.org/10.4103/0974-2700.70743>
- Li, N., & Duh, H. B.-L. (2013). Cognitive Issues in Mobile Augmented Reality: An Embodied Perspective. In *Human Factors in Augmented Reality Environments* (pp. 109–135). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4205-9_5

- Mekni, M., & Lemieux, A. (2013). *Augmented Reality: Applications, Challenges and Future Trends*.
- Melo Bohorquez, I. M. (2018). *Realidad aumentada y aplicaciones*.
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/11281>
- Nouri, A. (2016a). Exploring the Nature and Meaning of Theory in the Field of Neuroeducation Studies. *International Journal of Educational and Pedagogical Sciences*, 10(8), 2743–2746.
- Nouri, A. (2016b). The basic principles of research in neuroeducation studies. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education: (IJCRSEE)*, 4(1), 59–66. <https://doi.org/2334-8496>
- Nowacki, P., & Woda, M. (2020). Capabilities of ARCore and ARKit Platforms for AR/VR Applications. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 987, 358–370.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-19501-4_36
- Palaus, M., Marron, E. M., Viejo-Sobera, R., & Redolar-Ripoll, D. (2017). Neural basis of video gaming: A systematic review. In *Frontiers in Human Neuroscience* (Vol. 11, p. 248). Frontiers Media S. A. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00248>
- Permozer, I., & Orehovacki, T. (2019). Utilizing apple's ARKIT 2.0 for augmented reality application development. In *2019 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2019 - Proceedings*. <https://doi.org/10.23919/MIPRO.2019.8756928>
- Prendes Espinosa, C. (2015). Augmented Reality and Education: Analysis of Practical Experiences. *Revista de Medios y Educación*. Nº, 46.
<https://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.12>
- Ramón S, P. P., & Zulueta. (2000). La simulación como método de enseñanza y aprendizaje. *Educ Med Super*, 9(1), 3–4.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21411995000100002
- Ramos Galarza, C. (2016). La cara oculta del TDAH. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 6(1). http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-70262016000100011
- Ravet, J., & Williams, J. H. G. (2017). What we know now: education, neuroscience and transdisciplinary autism research. *Educational Research*, 59(1), 1–16.

<https://doi.org/10.1080/00131881.2016.1272429>

Sarracino, F. (2014). Can augmented reality improve students' learning? A proposal for an augmented museum experience. *Profesorado*, 18(3).

<http://www.ugr.es/local/recfpro/rev183ART.pdf>

Urzúa M., A., Domic S., M., Cerda C., A., Ramos B., M., & Quiroz E., J. (2018).

Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad en Niños Escolarizados. *Revista Chilena de Pediatría*, 80(4), 332–338. <https://doi.org/10.4067/s0370-41062009000400004>

Vahia, V. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders 5: A quick glance. *Indian Journal of Psychiatry*, 55(3), 220. <https://doi.org/10.4103/0019-5545.117131>

Velarde Inchaustegui, M. M., Vattuone Echevarria, J. A., Gomez Velarde, M. E., & Vilchez Fernandez, L. (2017). Nivel de conocimiento sobre Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad en médicos del Servicio Rural y Urbano Marginal de Salud en Lima, Perú. *Rev. Neuropsiquiatr*, 3–11.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-85972017000100002

Vélez-Álvarez, C., & Claros, J. A. V. (2014). Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) should be addressed in early childhood public policy-making in Colombia. In *Rev. salud pública* (Vol. 14, Issue 2).

Yeung, A. W. K., Goto, T. K., & Leung, W. K. (2017). At the Leading Front of Neuroscience: A Bibliometric Study of the 100 Most-Cited Articles. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 363. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00363>

Zhang, J. (2019). Teaching strategy of programming course guided by neuroeducation. *14th International Conference on Computer Science and Education, ICCSE 2019*, 406–409. <https://doi.org/10.1109/ICCSE.2019.8845519>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Test de Cancelación



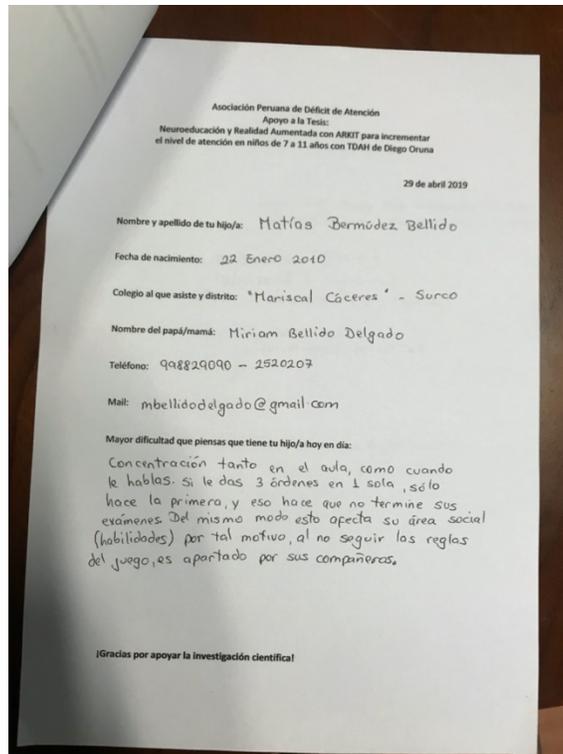
Nombre y Apellidos:

Edad:

Marca con una [X] solo los conceptos que has escuchado

Corazon Ojos Cabello Corazon Moby Dick
Sistema Nervioso Virus Sistema Nervioso
Pulmones Cerebro Hígado Moby Dick Virus
Virus Libro de Inglés Apéndice Moby Dick
Cerebro Tráquea Cráneo Cerebro
Corazon Esófago Hígado Libros Corazon
Intestino Virus Libros Cráneo Cerebro
Ojos Sistema Inmunológico Sistema Nervioso
Corazon Libro de Inglés Ojos Corazon
Sistema Inmunológico Intestino Corazon
Ojos Corazon Cráneo Esófago Hígado

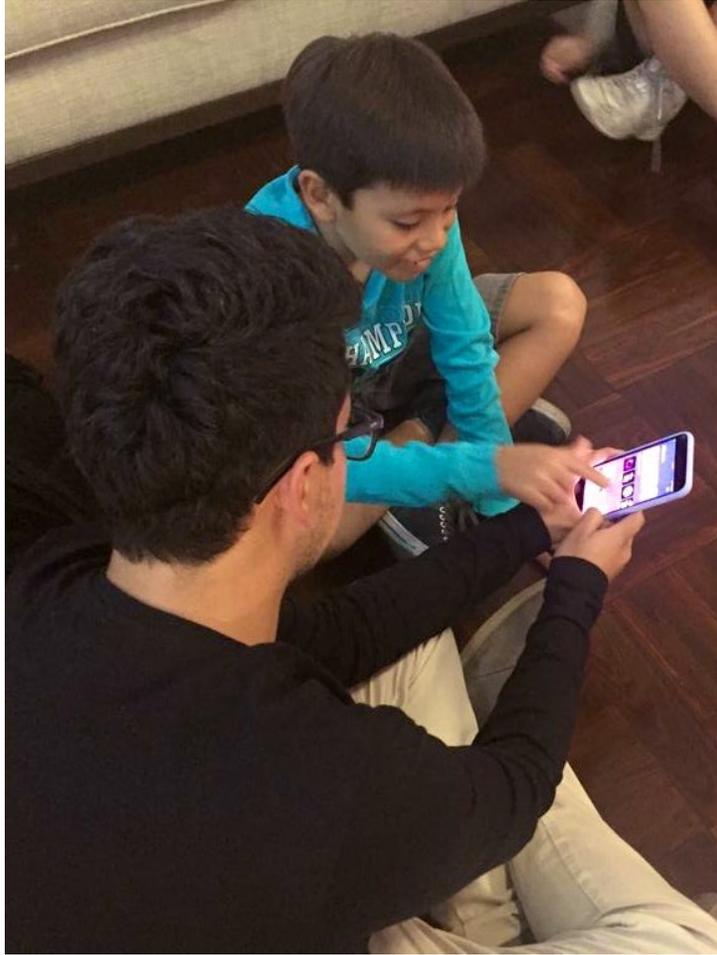
Anexo 2. Ficha de inscripción de niños con TDA



Anexo 3. Explicación del proyecto a un grupo de la muestra



Anexo 4. Explicación del proyecto a un integrante de la muestra



Anexo 5. Modelo disponible en la aplicación: Skull



Anexo 6. Modelo disponible en la aplicación: Virus



Anexo 7. Modelo disponible en la aplicación: Heart

