



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

INTERFAZ LÚDICA PARA LA DETECCIÓN DE SIGNOS PRECOCES DEL AUTISMO

María Jesús Aldunce Soto

Profesor guía: Álvaro Sylleros
Enero 2020

Tesis presentada a la escuela de Diseño de la Pontificia
Universidad Católica de Chile para optar al título
profesional de Diseñadora.
Santiago, Chile

DISEÑO | UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

INTERFAZ LÚDICA PARA LA DETECCIÓN DE SIGNOS PRECOCES DEL AUTISMO

María Jesús Aldunce Soto

Profesor guía: Álvaro Sylleros

Enero 2020

Santiago, Chile

Tesis presentada a la escuela de Diseño de la Pontificia
Universidad Católica de Chile para optar al título
profesional de Diseñadora.

DISEÑO | UC

Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

Agradecimientos

Quisiera agradecer a mi profesor Álvaro Sylleros por guiarme todo el año a través del proyecto, a Katherine de Tobii Pro y a Trimex por creer en mi proyecto desde un principio y hacer que todo se pudiera materializar tal como yo quería.

Además, agradecer a mi familia por apoyarme durante todo el proceso, hasta en los minutos donde se hacía cuesta arriba.

A mis amigas que desde el primer año se encargaron de motivarme en cada taller y apoyarme en cada una de mis decisiones académicas.

“Dependiendo del ambiente que creamos alrededor de un niño autista, ellos tienen el potencial, por un lado, de prosperar y convertirse en una fuente de alegría e inspiración para nosotros, incluso de ayudarnos a convertirnos más en lo que idealmente queremos ser. Por el otro lado, también tienen el potencial de abrumarse sobre lo que no pueden soportar, apagarse casi por completo y requerir un nivel de cuidados que es completamente innecesario”
(Shahar, G. 2016)

Contenidos

1.	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	15
	¿Qué es el TEA?	16
	Intervención temprana	19
	Ecosistema	20
	Contexto social y económico	22
	La clave	24
	Movimientos sacádicos	28
	Estudio y observación	30
2.	OPORTUNIDAD DE DISEÑO	35
	Formulación	36
	Objetivos específicos	37
	Antecedentes	38
	Referentes	41
	Contexto de implementación	42
	Mapa de actores	43
	Usuarios	44
	Stakeholders	45

3.	PROCESO DE DISEÑO	50
	Plan de desarrollo	52
	Testeo	56
	Resultados	62
	Testeo de interfaz	64
	Resultados	66
	Rediseño	68
4.	RESULTADO FINAL	71
	Acercamientos formales	72
	Tobii Pro Spectrum	74
	Flujo de interacciones	76
5.	IMPLEMENTACIONES	81
	Análisis FODA	82
	Modelo de negocios CANVAS	85
	Proyecciones	86
6.	CONCLUSIONES	89
	Conclusiones del proyecto	90
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93

Motivación Personal

A mediados de mi carrera de diseño, surgió una motivación que estaba latente en mí hace ya algunos años. El misterio de cómo funciona la mente humana y cómo nosotros somos de alguna manera producto nuestras emociones, me llevó a incursionar en el mundo de la psicología. Fue ahí cuando tomé la decisión de realizar un certificado académico en esta área. A medida que me fui adentrando en esta disciplina, me di cuenta de la particularidad de cada ser humano, de cada emoción, de cada reacción y cómo estos patrones de respuestas únicas ante estímulos pueden ser forjadas desde los primeros momentos de vida.

Paralelamente, el año 2014 nació mi segundo sobrino, Santino. Desde el primer momento fue muy especial. A medida que pasaba el tiempo, comenzamos a notar dificultades para Santi de controlar sus emociones, de crear juego simbólico, retraso

en el lenguaje y dificultades para relacionarse con otras personas o incluso otros niños. Alrededor de la edad de 2 años, Santi fue diagnosticado con sospecha de autismo, por lo que sus padres comenzaron de inmediato con terapias de todo tipo tales como terapia ocupacional y fonoaudiología. Su avance ha sido notable, sobre todo en momentos donde está más cerca de la familia recibiendo mucho amor y contención.

Hoy Santi tiene 5 años, continúa con diversas terapias que han logrado que su desarrollo y capacidades de generar herramientas para relacionarse sean notables. Su capacidad de forjar vínculos con sus cercanos e incluso con personas nuevas está casi al nivel de un niño con un desarrollo común. Teniendo en cuenta que él entiende el mundo de una manera particular, más sensible, transparente e inocente, no es difícil encontrarse

con un niño que solamente sabe entregar amor puro, sin barreras ni inhibiciones.

Teniendo en cuenta mis estudios en el área de la psicología, sobre todo en psicología del desarrollo, es que se me hace más fácil entender sus códigos y forma de entender el mundo, lo que me ha llevado a tener una relación muy estrecha con él. De la misma manera, esto me motiva a aplicar mis conocimientos en esta disciplina junto al diseño para crear algo que aporte y logre hacer una diferencia para niños como él.

Hoy todos damos gracias de las circunstancias y oportunidades que Santi ha tenido, las que lo han llevado a un aumento de sus capacidades de todo tipo. Es importante no perder de vista que este es un caso aislado en nuestra realidad. Hasta noviembre del año 2019, las terapias en torno al autismo no tenían cobertura

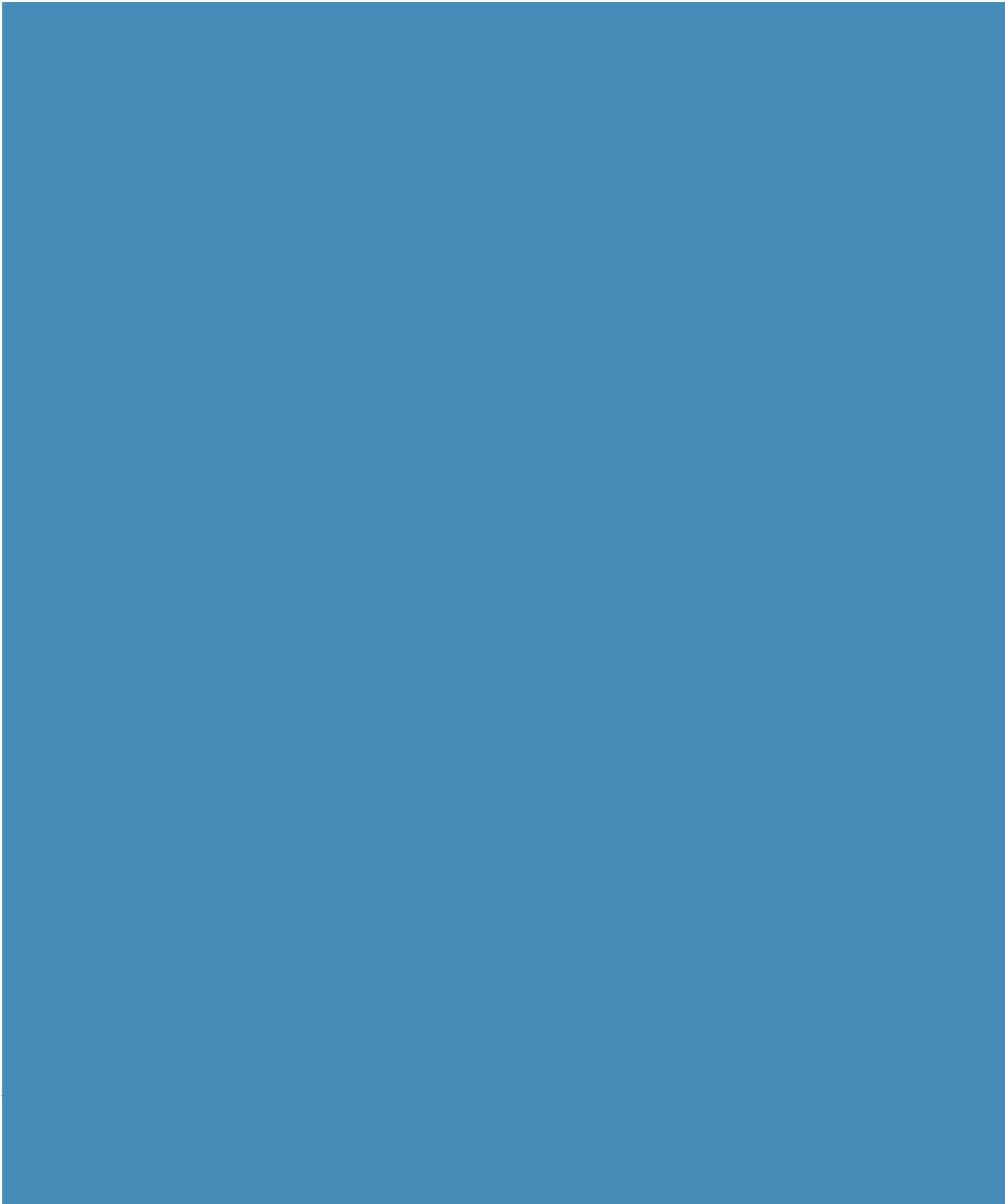
de ningún tipo, sumado a la baja probabilidad de detectar un autismo precoz gracias a la falta de información al respecto, lo que resulta en niños y familias que son abandonados por nuestra sociedad y el sistema de salud público. Hoy estas terapias están cubiertas por FONASA, lo que significa un gran avance para el tratamiento del autismo, pero de igual forma, se necesita abarcar el problema desde sus bases y detectar anomalías en el desarrollo de la manera más temprana posible.

Por que quiero que más niños tengan la suerte que ha tenido Santi, y por que todos podamos entender el autismo no como una discapacidad, sino como una forma distinta de ver el mundo, es que este proyecto toma forma y es de especial interés para mi.

Abstract

Hoy en día el 1% de la población mundial vive con algún grado de autismo. El trastorno del espectro autista (TEA) se define como un trastorno del desarrollo donde se ven afectados tres aspectos fundamentales del desarrollo tales como la interacción social, comunicación verbal y no verbal, y flexibilidad de intereses y conductas. Los primeros signos del autismo aparecen alrededor de los primeros 12 meses de vida, no obstante, los padres de niños con TEA suelen notar una anomalía en el desarrollo de su hijo cerca de los 18 a 46 meses, lo que, sumado al tiempo en que consiguen una respuesta a lo que le pasa a su hijo, se traduce en que los tratamientos suelen comenzar a los 3 años de vida. Esto perjudica dramáticamente el potencial desarrollo del individuo, ya que la intervención de especialistas antes de los 3 años es significativamente más efectiva y tiene mejores resultados a largo plazo, lo que eventualmente se

traduce en una mejor calidad de vida. El presente proyecto tiene por objetivo detectar signos que alerten sobre retrasos en el desarrollo congruentes con el trastorno del espectro autista, mediante la interacción con el sistema, y de esta manera iniciar la búsqueda de profesionales para una intervención temprana. Esto a través de un sistema de eye tracking con una interfaz lúdica para niños de entre 12 y 48 meses de edad para la detección de signos precoces del autismo. Una lectura temprana de los síntomas del autismo permite, a través de terapia con profesionales, llegar a resultados donde el desarrollo del trastorno puede detenerse, retrasarse o incluso retroceder, lo que a largo plazo mejora la independencia y calidad de vida del individuo.



LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

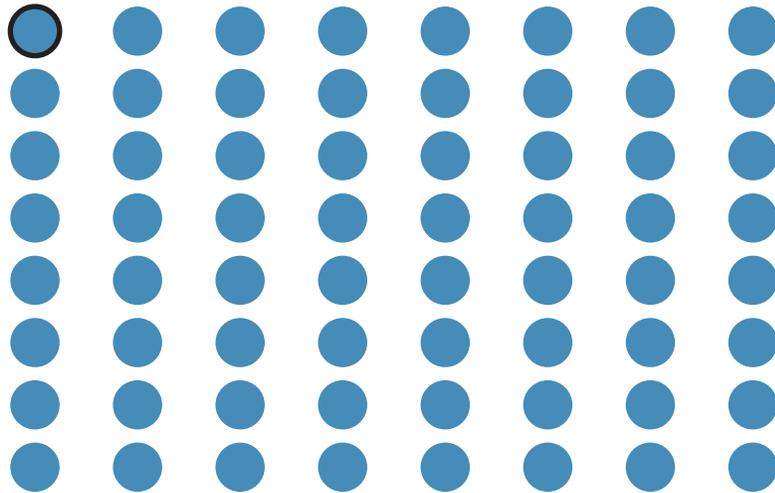
¿Qué es el TEA?

Dimensiones Alteradas

- Relación Social
- Lenguaje expresivo
- Lenguaje Receptivo
- Atención Conjunta
- Referencias Mentalistas
- Anticipación
- Flexibilidad Mental
- Actividad Propia
- Imaginación
- Ficción
- Hacer significantes
- Imitación

El trastorno del espectro autista, también conocido como TEA, se describe como un trastorno neurobiológico del desarrollo (Landa, 2008) que perdura durante todo el ciclo vital. Se caracteriza por dar lugar a diferencias significativas en las habilidades que se esperan típicamente en niños y niñas en tres aspectos fundamentales: interacción social, comunicación verbal y no verbal, y flexibilidad de intereses y de conductas (Sampedro, 2012). Pero esta imagen que se tiene del autismo es solamente una pequeña porción de lo que realmente significa dicho trastorno. Como su nombre lo dice, es un espectro, lo que significa que es un conjunto de trastornos que pueden ir variando en grados y cantidad; cada caso de TEA es único.

1 de cada 64 chilenos viven con TEA



Es 4 veces más frecuente en niños que en niñas



Hoy existen cifras preocupantes que hablan de cómo este trastorno está aumentando a nivel mundial, llegando a cifras equivalentes a un 1% de la población actual, lo que el psiquiatra infanto-juvenil Matías Irrázaval, de la Universidad de Chile, considera bastante alto comparado con otras enfermedades raras (Farfán, 2018). Al detectar un trastorno del espectro autista, se recomienda inmediatamente comenzar con tratamientos guiados por profesionales tales como terapeutas ocupacionales, psicólogo, psiquiatra, fonoaudiólogo, entre otros. Hoy en día se sabe que el TEA cuenta con una prevalencia de 15 500 habitantes en Chile, según el último censo, además de ser cuatro veces más frecuente en hombres que en mujeres (Orellana, 2012). Estas cifras dejan en evidencia la gran porción de la población que nace con este trastorno y lo lleva consigo para el resto de la vida, con todas las dificultades sociales, económicas y emocionales que implican para ellos y para los que lo rodean tanto directa como indirectamente.

Las causas del autismo todavía no están claras y no existe un método para saber por qué alguien nació con TEA. Hoy en día se habla de que el TEA puede ser causado tanto por factores ambientales, por ejemplo, un parto prematuro, como también pueden ser causas genéticas heredadas de alguno de los padres o una mutación de los genes (Chung, W. 2014). Debido a que el autismo involucra, en la mayoría de los casos causas de orden biológico, no discrimina clases sociales, cultura ni raza.

Además existe una falsa idea de homogeneidad en cuanto a las características del TEA en nuestra sociedad. Tendemos a pensar que el autismo es la casi desaparición de las habilidades sociales obviando la existencia de otros pilares fundamentales característicos del trastorno sin entender que los rasgos pueden tener una naturaleza más sutil y temprana. Padres primerizos, además de desconocer gran parte de los síntomas del autismo, tienden a caer en la ingenuidad sumada a una alta expectativa de un desarrollo idealizado del niño, lo que hace que los primeros síntomas



Intervención Temprana

“...es claro que la evolución se correlaciona con la edad del diagnóstico, con la intervención temprana y con la participación en entornos de inclusión”

Al detectar un trastorno del espectro autista, se recomienda inmediatamente comenzar con tratamientos guiados por profesionales tales como terapeutas ocupacionales, psicólogo, psiquiatra, fonoaudiólogo, entre otros. Estas son instancias donde se entregan herramientas que ayudan al niño a desenvolverse de una mejor manera con su ambiente. De no ser así, las consecuencias son muy altas para el sistema de salud, educacional y para la sociedad en general. La adaptación del individuo a los diferentes sectores de manera temprana tiene mucho mejor pronóstico que el tratar

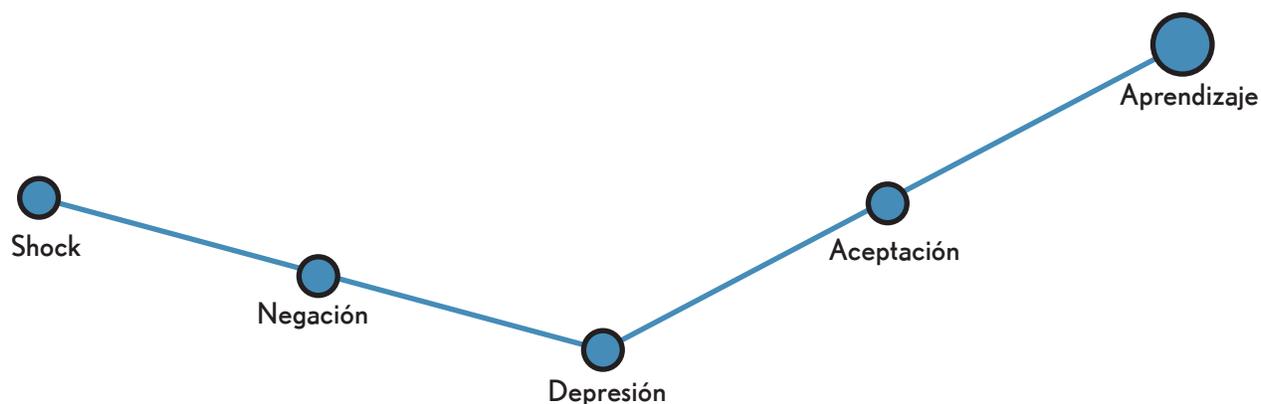
de integrar a un niño en el que el trastorno se detecta a los seis años (Sampedro, 2012).

En este sentido, el diagnóstico temprano en este tipo de trastornos se vuelve una pieza fundamental para poder conseguir mejores resultados en la adaptación del individuo.

El problema radica en que el pronóstico es muy variable, ya que, al ser un espectro, existen variadas manifestaciones, por lo que cada individuo con TEA cuenta con características distintas. Como señala María Elena Sampedro, “el pronóstico es tan variable como las

manifestaciones clínicas del trastorno, pero es claro que la evolución se correlaciona con la edad del diagnóstico, con la intervención temprana y con la participación en entornos de inclusión. Se ha encontrado que si la intervención comienza a los dos años, aumentan los logros en comunicación y en funcionamiento intelectual”.

Ecosistema



La familia juega un rol fundamental en la infancia de un individuo, siendo el soporte emocional más importante y la mayor fuente de herramientas y conocimientos para enfrentar el mundo. En el caso de encontrarse con un diagnóstico de TEA, la familia se vuelve un agente fundamental. En este contexto, Núñez (2017, 2010) plantea que “aún cuando las familias pueden ser unas más vulnerables que otras ante la existencia de una persona diferente en su seno, la interpretación y la forma de responder ante tal hecho depende de los recursos y apoyos que la familia tenga (...) Pareciera

ser que la mayor preocupación de los padres y de estas familias en general es conocer cuál va a ser el futuro de sus hijos, esta preocupación puede causar muchas veces estrés y angustia, las cuales aumentan en la medida que aumenta el nivel o grado de discapacidad”.

A partir del momento del diagnóstico, todo el ecosistema del niño empieza a cambiar. En un principio, los padres pasan por distintas etapas al enterarse de este diagnóstico: lo primero es el shock inicial, seguido de la negación y depresión; luego se pasa por un período de aceptación y finalmente

llegan al aprendizaje (Labbé, entrevista personal, 2019). En las etapas iniciales predominan los sentimientos de frustración respecto a las expectativas de la crianza. Es natural que padres tengan altas expectativas en cuanto al desarrollo de sus hijos, tanto en los ámbitos académicos, deportivos y sociales. Ellos se imaginan a sus hijos cumpliendo hitos rápidamente desde que son infantes, proyectando muchas veces sus propias metas y deseos.

Al momento de recibir el diagnóstico de un TEA, la mayor preocupación en los padres es dar todas las herramientas



necesarias para sus hijos y estar a la altura de lo que necesiten (Morales, D., 2019). Por otro lado, la segunda preocupación es que sus hijos puedan contar con una calidad de vida dentro de los rangos normales, que sea un individuo que pueda desarrollarse en su entorno de la manera más independiente posible.

Esto se contrasta con lo que propone Luis Benites Morales (2010) quien señala que, debido a la naturaleza del TEA, se llega a comprometer la calidad de vida tanto de la persona que lo padece como también de sus padres y familia, lo que dificulta su

aprendizaje y relaciones sociales, y afecta su capacidad de autovalimiento.

Ya que la familia es un agente clave en el desarrollo de la calidad de vida de un niño con TEA, recae en ellos la responsabilidad de tomar las decisiones correctas en el momento correcto. Es por eso que para mejorar efectivamente la calidad de vida de los niños con autismo es crucial la intervención temprana tanto en los niños como en las propias familias, lo que disminuye el estrés familiar, junto con aumentar la capacidad de afrontamiento y el desarrollo de la adaptación social del niño en

el futuro (Millá y Mulás, 2009). Así el rol de los padres se vuelve crucial para detectar a tiempo los síntomas que podrían llevar a un eventual diagnóstico temprano del autismo y así tomar las medidas necesarias para entregar todas las herramientas que estén a su alcance de manera efectiva.

Contexto social y económico

“La calidad de vida de las personas con discapacidad no es la ideal, ya que la inmensa mayoría de ellos no experimenta un sentimiento de bienestar general ni satisfacción”

Una persona con TEA es constantemente impactada por la sociedad en que vive. En este sentido, una de las más grandes preocupaciones de los padres de niños con TEA es que su hijo pueda insertarse en la sociedad, que sea lo más independiente posible, que pueda tener amigos y por sobre todo, que no lo cataloguen ni lo aparten.

Actualmente, los individuos autistas son discriminados, en especial aquellos que cuentan con habilidades sociales disminuidas; son vistos como seres distintos e incapaces de establecer

relaciones. Su particular forma de ver y actuar en el mundo hace que gran parte de la población no pueda manejar conductas de este tipo, por ejemplo, las recurrentes “pataletas”, rigidez y apego a rutinas, poca capacidad de controlar sus emociones, entre otras. En relación con las consecuencias del trastorno a largo plazo, Manya (2003) señala que la calidad de vida de las personas con discapacidad no es la ideal, ya que la inmensa mayoría de ellos no experimenta un sentimiento de bienestar general ni satisfacción en los diferentes ámbitos de su vida, como hogar,

escuela, ambiente social y laboral. En cuanto al impacto económico, este se ve afectado por la necesidad buscar un “team terapéutico” compuesto por un equipo multidisciplinario de profesionales que guíe al niño hacia el progreso de sus habilidades en los distintos ámbitos. Como señala Patricio Medina (2012), padre de un niño con TEA, el modelo de intervención es necesario para el progreso y desarrollo de los niños, es imprescindible, no es una opción. Este proceso no dura un año, sino que de 2 a 5, y quizás más. Por lo tanto, se



depende del nivel de ingresos económicos para solventarlo. Pero ¿cuánto puede llegar a costar una intervención privada de este tipo? Si miramos las cifras de los costos por sesión con estos profesionales nos damos cuenta de que Patricio está en lo correcto, ya que la terapia ocupacional tiene un costo de \$20.000 a \$40.000, la sesión de fonoaudiología varía desde los \$18.000 a los \$40.000, la consulta psiquiátrica desde los \$30.000 a los \$50.000. Se necesita un promedio de 16 horas mensuales de distintas terapias para que el desarrollo sea constante y efectivo. Esto se traduce a \$500.000 pesos

mensuales aproximadamente, lo que sostiene el argumento de que se necesita un gran capital para llevar este proceso a cabo.

Lo anterior solo se aplica si se piensa en el sistema de salud privado, el cual ofrece un tratamiento de mejor calidad, constante y continuo. Por otro lado, en el caso de la gran mayoría de los chilenos, el acceso a la salud privada y de calidad es muy escaso y hasta hace poco niños con TEA no tenían cobertura de ningún tipo para acceder a este tipo de tratamientos. Hasta hace poco tiempo, este panorama dio un paso en una dirección

distinta. **Desde 2020 nuestro sistema de salud pública tendrá codificación y cobertura financiera para sesiones de Terapia Ocupacional para personas afiliadas a Fonasa sin tope.** De la misma manera, las personas con discapacidad, que se encuentren inscritas en el Registro Nacional de Discapacidad, y que pertenezcan a Fonasa, podrán acceder a prestaciones en Fonoaudiología y Kinesiología, también sin tope de atenciones (La Tribuna, 2019).

La clave: Un diagnóstico precoz

“Los niños que contaron con un diagnóstico temprano, y, por lo tanto, una intervención temprana, lograron detener, frenar o incluso hasta retroceder el desarrollo del trastorno, mejorando de manera notable en sus curvas de desarrollo”

El diagnóstico del autismo es un proceso complejo y muchas veces puede ser largo y tedioso, sobre todo si hablamos del sistema público en Chile, donde las horas para conseguir a un profesional que atienda a estos síntomas puede demorar varios meses, y muchas veces en la primera visita con un especialista no se encuentra la respuesta a las preocupaciones de los padres. El primer paso en el proceso de diagnóstico es la sospecha de los padres, cuando comienzan a notar anomalías en el comportamiento y desarrollo de su hijo, usualmente relacionados con el retraso del lenguaje,

ya que por lo general este es el síntoma más evidente. **Es probable que los padres no hayan notado anomalías evidentes en la conducta de su hijo hasta los 24 meses de edad o posteriormente dependiendo del caso y la severidad, ya que los síntomas en períodos tempranos son sutiles, por lo que son justificados como pasividad del temperamento y ocasionales pataletas por baja tolerancia a la frustración.**

Luego de este período, lo primero que los padres empiezan a notar generalmente es un retraso en el lenguaje, bajo control emocional

(pataletas y rigidez en ciertas conductas) y una baja intención comunicativa tanto verbal como no verbal (Labbé B, 2019).

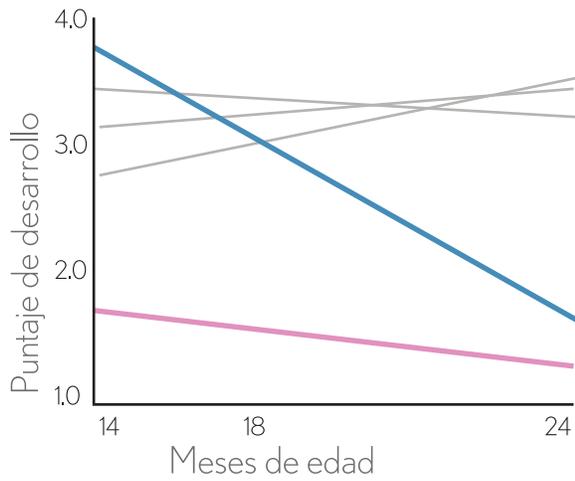
En relación con esto, se deja en evidencia en la investigación realizada por Riviere y Martos (2000), en el libro El niño pequeño con autismo que el 97% de los niños autistas no producían a la edad adecuada conductas protodeclarativas y el 95% indicaban que no producían conductas protoimperativas. Al referirnos a conductas protodeclarativas y protoimperativas hacemos referencia a la fase ilocutiva del

lenguaje, donde se producen gestos y vocalizaciones no lingüísticas de forma intencional para comunicarse, siendo las conductas protodeclarativas conductas donde el niño se comunica con un otro para compartir experiencias tales como mirar a la madre cuando descubre algo nuevo, o para expresar algún tipo de emoción, y las conductas protoimperativas donde el niño hace referencia a un objeto, por ejemplo pedir un juguete dando a entender “yo quiero eso” o bien entender y mirar cuando otro apunta con el dedo para llamar su atención (Instituto Idea, 2013).

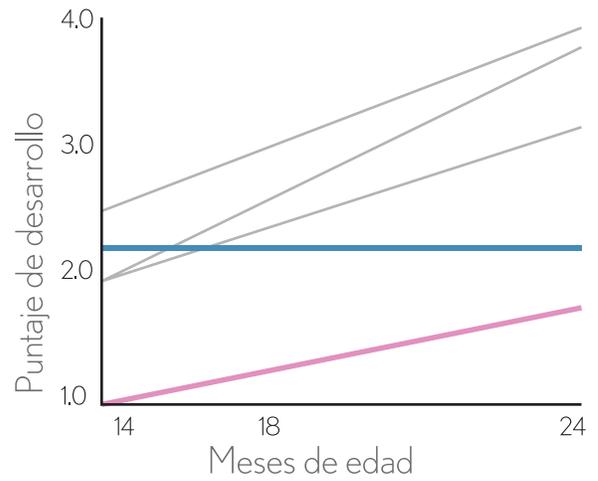
En este contexto, es de suma importancia destacar el trabajo PhD Landa et al. (2007) en un estudio llamado “Social and Communication Development in Toddlers With Early and Later Diagnosis of Autism Spectrum Disorders”. Se estudiaron, a través de distintas pruebas prospectivas, los patrones de desarrollo en niños con un diagnóstico temprano y diagnóstico tardío con el fin de identificar cómo se desarrollan los primeros síntomas del TEA y cómo su tratamiento influye en su trayectoria del desarrollo. Landa plantea que los primeros signos del autismo podrían aparecer en algunas ocasiones a los 14 meses de edad, no obstante, el 50% de

los niños diagnosticados con autismo muestra un desarrollo normal hasta los 24 meses. Los primeros signos tienen que ver con déficit en el desarrollo de la atención conjunta, afecto compartido y no comunicación de intenciones, emociones e identificación de estas en los demás. En el estudio señalado, se observó el desarrollo de niños con un diagnóstico temprano de TEA (14 a 24 meses), diagnóstico tardío (3 años) y grupos de control. Todos fueron evaluados a los 14, 24 y 36 meses de edad. El resultado del estudio mostró que los niños que contaron con un diagnóstico temprano, y, por lo tanto, una intervención temprana, lograron detener, frenar o incluso hasta retroceder el desarrollo del trastorno, mejorando de manera notable en sus curvas de desarrollo. Landa concluye que si de los primeros 3 a los 7 años de vida las habilidades comunicativas pueden ir variando, una intervención temprana sería favorable para el curso del desarrollo de un niño con TEA. Por otro lado, se plantea que al estimular en especial la atención conjunta se estimula la próxima incorporación de léxico y entendimiento de los comportamientos y emociones de los demás. Estas habilidades pueden ser aprendidas, por lo tanto pueden llegar a transformar

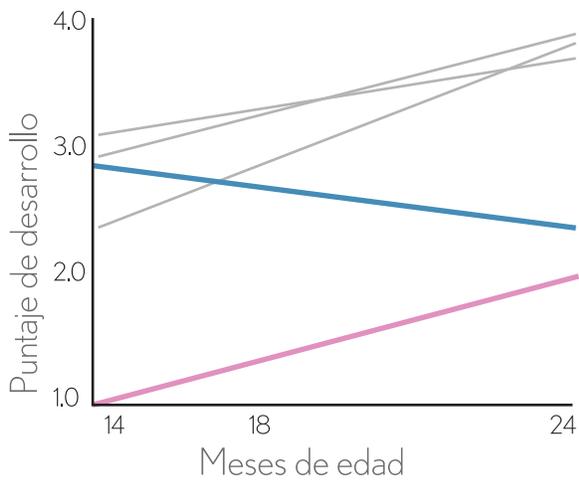
Afecto compartido



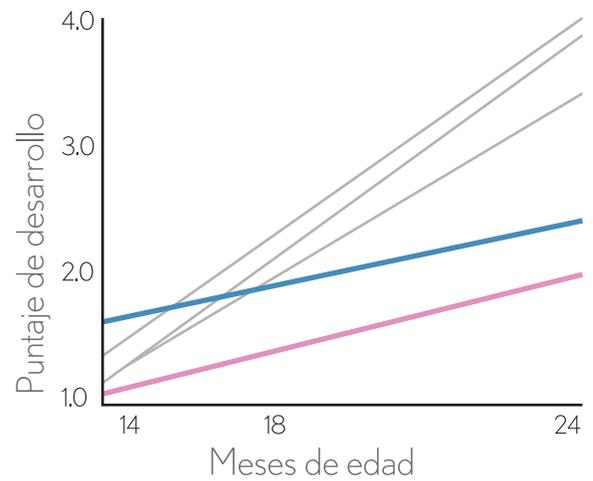
Atención conjunta



Inventario de gestos



Inventario de palabras





resultados de manera notable. En el siguiente gráfico se presentan las curvas del desarrollo en los distintos ámbitos de los niños involucrados en el estudio.

En este contexto, se han investigado distintas técnicas e implementado distintas tecnologías para facilitar el diagnóstico temprano en el autismo.

Una de las técnicas más innovadoras y precisas para este propósito es el **“eye tracking”**, el cual consiste en una herramienta que mide el comportamiento visual y revela datos como dónde y por cuánto tiempo se mira a algo. Gracias a esta tecnología, se dio a conocer en la “European Journal of Neuroscience” un estudio con niños con TEA, el cual pretende obtener información sobre las

zonas del cerebro encargadas del desarrollo cognitivo y emocional que están dañadas en estos casos.

De acuerdo con los resultados, **los niños con autismo perdían constantemente los objetivos mostrados en una pantalla, a diferencia de los niños que no cuentan con déficit alguno.** Los científicos aseguran que, en las personas sanas, los movimientos sacádicos (movimientos oculares rápidos) son precisos y exactos. Además, el cerebro es capaz de ajustarlos según la actividad. El que los pacientes con autismo no puedan controlar y modificar los movimientos, puede ser una señal de que el daño está en el cerebelo, encargado de dirigir la atención y el control motriz. **Estos resultados muestran que la**

capacidad de adaptar estos movimientos sacádicos a estímulos, determinan si la función del cerebelo está alterada, ayudando a detectar el autismo desde etapas muy tempranas.

Movimientos Sacádicos



Los movimientos sacádicos, también llamados sácadas, son unos movimientos rápidos y simultáneos que realizan ambos ojos cuando están observando hacia un punto en la misma dirección (...) Estos movimientos fueron descritos por el oftalmólogo francés Louis Émil Javal en 1880, quien pudo observarlos de forma experimental al ver cómo las personas leen en silencio (Psicología y Mente, 2019) . Por lo tanto, estos movimientos nos ayudan en tareas tan simples como estar conscientes de nuestro ambiente, hasta leer o mirar un cuadro.

En torno a esto, en la University

of Rochester Medical Center (URMC) han estado trabajando en nuevos métodos que podrían permitir el diagnóstico del autismo a través de los ojos y sus movimientos sacádicos. Según el estudio publicado en la European Journal of Neuroscience, obtener esta información podría señalar las zonas del cerebro encargadas del desarrollo cognitivo y emocional que están dañadas cuando el autismo está presente.

Por medio de una serie de experimentos, los especialistas rastrearon los movimientos oculares de personas con TEA. El estudio fue diseñado para que los participantes se enfocaran en un objetivo que cambiaría de lugar en una pantalla.

De acuerdo con los resultados, los individuos con autismo perdían constantemente el objetivo. Todo lo contrario a lo que sucede en una persona sin ese desorden. Los científicos aseguran que, en las personas sanas, los movimientos sacádicos son rápidos, precisos y exactos. Además, el cerebro es capaz de ajustarlos según la actividad. El que los pacientes con autismo no puedan controlar y modificar los movimientos, puede ser una señal de que el daño está en el cerebelo, encargado de dirigir la atención y el control motriz (Nación Farma, 2017).

De esta manera se asegura que evaluar la capacidad de adaptar los movimientos sacádicos podrá reflejar información importante sobre el funcionamiento del cerebelo y al mismo tiempo ayudará a detectar el autismo en etapas tempranas.

“Evaluar la capacidad de adaptar los movimientos sacádicos podrá reflejar información importante sobre el funcionamiento del cerebelo y al mismo tiempo ayudará a detectar el autismo en etapas tempranas”



Estudio y observación

Para ahondar más en el tema, se conversó con distintos agentes relevantes en el tema para recolectar información sobre sus experiencias y el contexto cultural y social que se vive en torno al TEA.



Entrevistas a expertos

A partir de entrevistas personales realizadas a un diverso grupo de expertos en trastornos del desarrollo y TEA, se puede poner en evidencia la pertinencia del proyecto debido a la preocupación por el diagnóstico temprano y la alta efectividad que este conlleva.

Sospechas de TEA

A medida que se van desarrollando déficit en las distintas áreas del desarrollo, es posible comenzar el tratamiento enfocado en los déficit que se van encontrando. Verónica Arroño, educadora diferencial, sostiene que esto no significa que el diagnóstico como tal pueda ser declarado dentro de este período prematuro de tiempo, sino que se acostumbra a declarar una "sospecha de autismo", lo que guía la terapia hasta que el niño cumple por lo menos 4 años, edad cuando se puede ejecutar un diagnóstico certero y definitivo.

Bajo conocimiento el trastorno se puede traducir a un bajo compromiso de los padres

Según el testimonio de Bárbara Labbé (2019), educadora diferencial, cuando los padres no están familiarizados con el trastorno y todas las responsabilidades que este implica, es probable que se comprometa la constancia de los padres en el momento del tratamiento. Este fenómeno es más probable que ocurra en los casos donde el autismo detectado es más leve, ya que los padres no sienten que sea importante la terapia en el desarrollo de los niños.

Tiempo perdido desde la detección de los primeros síntomas hasta pedir ayuda a profesionales:

Debido a la alta expectativa en cuanto al desarrollo de sus hijos y a las largas esperas entre consultas con distintos especialistas (sobre todo en el sector público) para buscar una respuesta en una primera instancia, el tiempo perdido se transforma en una desventaja importante, ya que mientras antes comience el tratamiento, será más efectivo, según plantea la pediatra Francisca Corona (2019).

Observación



Además se realizó una informante en un ambiente controlado con el objetivo de captar interacciones y gestos de niños con un desarrollo normal y niños con sospecha de autismo. Esta instancia se creó para dejar en evidencia de forma empírica lo investigado en etapas anteriores, considerando el cambio de contexto a nivel de los actores.

Para probar la atención conjunta y las conexiones sociales, se

procedió a presentar un solo juguete nuevo para el niño y luego se incentivó la atención compartida a través del gesto de señalar algo dentro de la pieza. En esta instancia se encontraba el niño, su cuidador y la investigadora. Luego de esta actividad se concluye que los niños sin signos de TEA tienden a responder con la mirada, son socialmente activos y complementan la mirada con gestos y balbuceos. En

una primera instancia busca con la mirada y entiende las instrucciones dadas por la persona que presenta el juguete. Es capaz de interactuar comunicativamente con la mirada. En el momento que se señala otra cosa, miran de manera inmediata. En niños con sospecha de TEA muestran poco interés social, y no hay respuesta al minuto de acudir a su atención, ya sea señalándolo y llamándolo por su nombre. En momentos de excitación hay movimientos repetitivos. En una segunda instancia se buscó incentivar la habilidad de percibir oportunidades a través del juego para dejar en evidencia sus habilidades sociales de una segunda manera. Se presentaron distintos juguetes a los niños y se esperó a ver cómo interactuaban con ellos. Había juguetes que tenían relación tales como autos, componentes de una mesa (cuchillo, tenedor, plato), pelotas, entre otros. En los niños que no muestran signos de TEA se observó que involucra a otros en su juego, por ejemplo, a su madre, es creativo en cuanto al uso del juguete, comparte sentimientos positivos a través de miradas y sonrisas, y además sincroniza

acciones a través de la imitación. Se observa también un claro juego simbólico (ocupa un auto como comida y lo comparte con su cuidador) y, al mismo tiempo, se comunica con miradas y puedo mantener. En cambio, en niños con signos de TEA se nota un interés especial en un objeto determinado, no son capaces de compartirlo con los padres ni con la investigadora. Ocasionalmente no responde a su nombre. No existe juego simbólico y los objetos son ocupados para su función obvia (cuchara para comer y no como un avión, juego propuesto por padre e investigadora).





OPORTUNIDAD DE DISEÑO

Formulación

Teniendo en cuenta la tardía detección de la mayoría de los casos de TEA a nivel nacional y mundial, sumando a la importancia de comenzar un estudio y tratamiento de cada caso particular, es que se hace necesario ocupar el diseño como una herramienta para la detección de una sospecha de autismo en niños de 12 a 48 meses de edad.

¿Qué?

Sistema de eye tracking con una interfaz lúdica para niños de entre 1 a 4 años para la detección de signos precoces del autismo.

¿Por Qué?

Una lectura temprana de los síntomas del autismo permite, a través de terapia con profesionales, llegar a resultados donde el desarrollo del trastorno puede detenerse, retrasarse o incluso retroceder, lo que a largo plazo mejora la independencia y calidad de vida del individuo.

¿Para Qué?

Detectar síntomas que alerten sobre retrasos en el desarrollo congruentes con el trastorno del espectro autista mediante la interacción con el sistema, y de esta manera incentivar la búsqueda de profesionales para una intervención temprana.

Objetivos Específicos

1 Dejar en evidencia síntomas de alerta de un posible TEA antes de los 3 años de vida.

IOV: Declaración de una muestra significativa de padres que hayan tenido experiencia con el sistema.

2 Aumentar las consultas pediátricas donde los padres pidan ayuda a especialistas en caso de estar frente a síntomas de TEA y así comenzar un tratamiento de manera prematura.

IOV: Cantidad de consultas tanto en el área pública como en la privada, donde padres lleguen con sospechas de síntomas en sus hijos menores de 4 años.

3 Disminuir los síntomas del autismo en una etapa temprana para potenciar al máximo el desarrollo posterior del individuo.

IOV: Cantidad y severidad de los síntomas a medida que avanza el tratamiento.

Sígueme App

Sígueme es una aplicación pensada para potenciar la atención visual y entrenar la adquisición del significado en personas con TEA y bajo nivel de funcionamiento. Promovida por la Fundación Orange, la aplicación ha sido desarrollada por la Escuela de Informática y Telecomunicaciones de la Universidad de Granada (UGR), con la colaboración del Colegio de Educación Especial de la Fundación Purísima Concepción de Granada y de Everyware Technologies.

Permite el desarrollo y fomento de la captación y fijación de la atención, seguimiento visual y competencias motrices. También mejora la comprensión de la relación causa-efecto, potenciando la actuación de los usuarios, la interacción y el aumento de la motivación en niños y niñas con diagnóstico de TEA.



Proyecto bbMiradas

Bebé Miradas tiene como objetivo identificar en bebés las señales que alertan sobre la presencia de un Trastorno del Espectro del Autismo (TEA), con apoyo del análisis del seguimiento visual/eye tracking junto con otros datos clínicos (exploraciones neuropsicológicas, pruebas estandarizadas, cuestionarios y entrevistas), derivándolos hacia una intervención especializada y específica. La detección se realiza analizando el visionado que los bebés hacen de 37 videos a lo largo de los primeros 36 meses de edad.

Tecnología Eye Tracking

La vista es uno de los sentidos más importantes del ser humano. Se estima que el 50% de nuestro cerebro se dedica al procesamiento visual. Es por eso que nace esta tecnología al servicio del análisis ocular.

La tecnología eye tracking nace como una solución que pretende extraer información de los movimientos oculares de quién lo utiliza. Se pueden obtener análisis de dónde se está mirando, la rapidez de la trayectoria de la mirada, la precisión de esta, la dilatación o contracción de la pupila, etc.

Este método ha sido usado en diversos campos tales como el marketing, neurociencias, estudios neonatales e infantiles, experiencia de usuario, rendimiento deportivo, entre otros.



Referentes

Catch the Mouse

Consiste en una aplicación para dispositivos móviles para felinos que consiste en la aparición inesperada de ratones. Es relevante destacar para el presente proyecto la capacidad de estimular las habilidades instintivas de quien lo juega para seguir con la mirada o bien de manera motriz el objetivo que aparece en pantalla.

Sígueme

Es una aplicación pensada para potenciar la atención visual y entrenar la adquisición del significado en personas con TEA y bajo nivel de funcionamiento. Se toma como referente la capacidad de potenciar la atención visual a través de imágenes atractivas y altamente saturadas

Reloj de arena lastre

Es un reloj de arena que ofrece una ligera sensación de peso al manipularlo, aportando una estimulación perceptiva agradable y haciéndolo muy estable. Al girarlo se pueden ver las gotas de diferentes tamaños moverse (Toys, s.f.). Se rescata de este referente la capacidad de reproducir una experiencia sensorial a través de la vista.

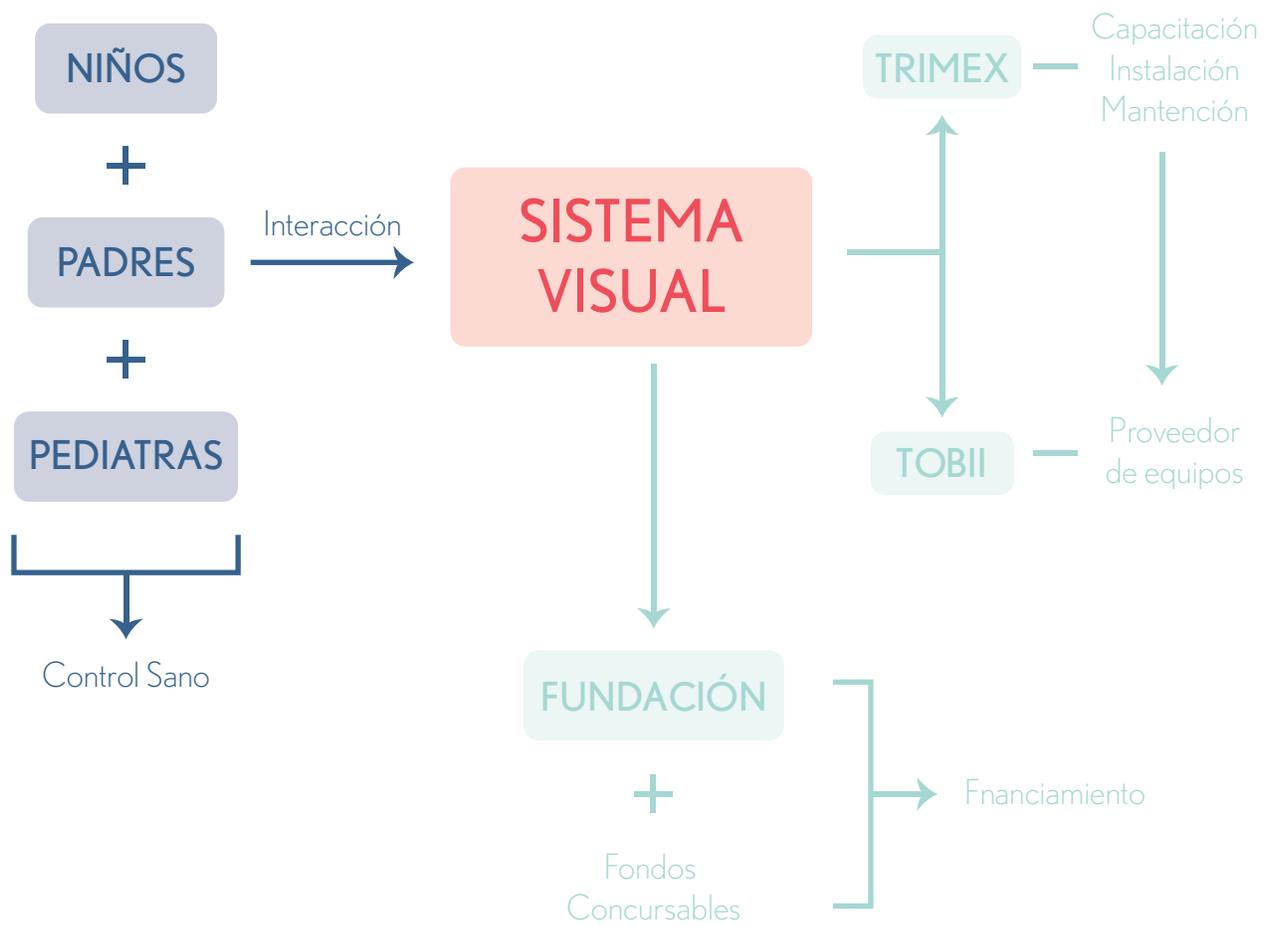
Contexto de implementación

Para definir el contexto donde se implementará proyecto, se tomó en cuenta la participación de distintos agentes involucrados en el uso del proyecto o bien agentes que permiten la gestión e implementación del mismo.



Mapa de Actores

- Usuario
- Agente Clave



Usuarios

Pediatras

Serán los encargados de realizar las pruebas y analizar los resultados que arroja el sistema en cuestión durante las consultas de control sano. Las gráficas serán mostradas de manera automática en el software que maneja el doctor. De esta manera, el especialista podrá interpretar para luego informar a los padres en el caso de que exista un bajo rendimiento durante la prueba visual. Si es necesario, podrán repetir el procedimiento. En el caso que se vuelvan a repetir resultados insuficientes, el especialista podrá tomar la decisión de derivar al niño a un especialista en trastornos del desarrollo o autismo para proseguir con el protocolo existente para una evaluación adecuada e integral del infante.

Padres

Se consideran para el proyecto a los padres o cuidadores de niños entre 1 y 4 años. El sistema estará disponible en las consultas de controles sanos para que los padres dispongan a sus hijos para que interactúen con el sistema durante la consulta. Los padres juegan un papel clave en la interacción con el sistema, ya que serán ellos quienes estimulen e incentiven a sus hijos a interactuar de manera correcta con el sistema. Luego, el pediatra podrá conversar sobre los resultados arrojados por el sistema junto a los padres. En el caso de encontrar resultados insatisfactorios, se comenzará el protocolo respectivo, derivando al niño a los especialistas correspondientes.

Niños

Todos los niños que acudan al control sano que cumplan con el rango de edad 1 a 4 años pasarán por esta prueba visual. **Al abarcar a todos los niños que asistan a estos controles, aumenta la probabilidad de encontrar signos prematuros del autismo incluso antes de que sus cuidadores puedan percatarse, previniendo así casos de hallazgos de autismo tardío.** En este contexto, el niño será acompañado por un cuidador, entrará a la consulta para realizar esta prueba. El niño en cuestión deberá en un principio calibrar el sistema a través de la mirada a objetivos atractivos en la pantalla. Luego de eso deberá seguir mirando distintos objetivos que irán alternándose de lugar en la pantalla.

Stakeholders

Fundación

La Fundación Chilena de Autismo Horizonte se verá involucrada en el proyecto de forma activa ya que será quien respalde el sistema, su funcionamiento y sus resultados. Además, esta institución ha demostrado claro interés en el proyecto. De esta manera se obtendrá el respaldo de esta fundación para proseguir con el proyecto y en un futuro postular a fondos del estatales como por ejemplo los fondos Corfo. De esta manera se obtendrá el capital para poner en marcha el proyecto en distintas localidades del sistema de salud pública.

“Nuestra misión es impartir rehabilitación integral a niños con Autismo (TEA) en nuestro centro terapéutico, a través metodologías eficaces con evidencia científica y un equipo altamente especializado (...) Así como también promover, difundir y concientizar a la sociedad sobre el trastorno del espectro autista (TEA) a través de cursos, talleres, seminarios enfocados a nuestra misión”

(Fundación Chilena del Autismo, s.f.)

Horizonte

Fundación Chilena del **Autismo**



Tobii

Proveedor de equipos, software y capacitaciones para obtener información valiosa sobre el comportamiento humano basado en el análisis de los movimientos oculares de los usuarios. Sus campos de aplicación varían desde la neurociencias hasta el análisis de rendimiento deportivo. Tobii Pro cuenta con una variada oferta de eye trackers de alta gama, cada uno con distintos grados de precisión y funcionalidades distintas. Para el desarrollo del proyecto se contactó a Katherine Orellana quien se especializa en asesorías de equipos de eye tracking, especialmente en el área de investigación en torno al autismo. Gracias a este vínculo es que Tobii accedió a participar del proyecto facilitando equipos, software y capacitaciones.



Trimex

Empresa de artes mediales formada por el artista visual Andrés Terrisse y el arquitecto Juan José Aldunce. Trimex trabaja uniendo distintas áreas como la programación, grafiti y videoarte para crear distintas instalaciones u objetos de arte, interviniendo tanto espacios cotidianos como del espectro subterráneo santiaguino, buscando generar experiencias sonoras y lumínicas únicas (Toro, 2019). En un principio se les pidió asesoramiento para el proyecto para guiar en cuanto al uso de tecnologías. De esta manera se trabajó en conjunto para encontrar el mejor medio para medir la interacción de los movimientos sacádicos. Junto con Trimex se llegó a Tobii, y así converge la experiencia en el uso de la tecnología, uno de los proveedores más importantes de eye tracking y el diseño para crear este proyecto.

“Nuestra motivación principal es la activa participación en el medio que engloba las artes visuales e interactivas, el diseño de espacios y la participación masiva para prácticas de entretenimiento y académicas.”

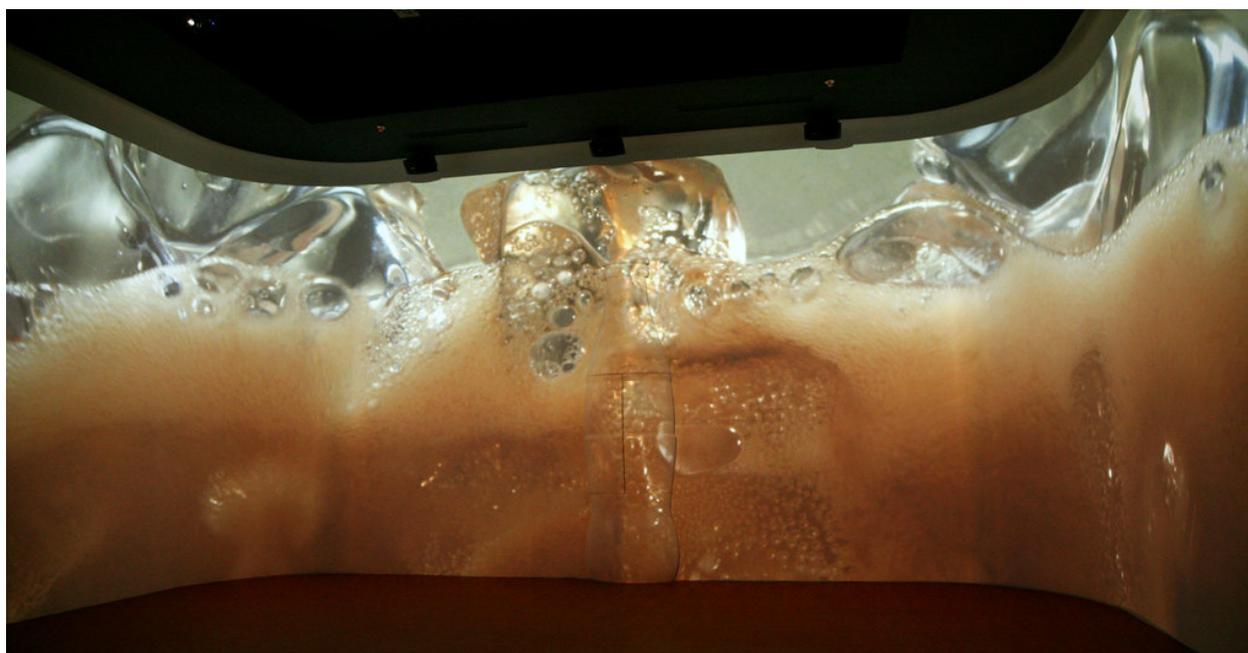
(Trimex, s.f.)



Obra Luminus Prospectu en el Museo de Artes Visuales



Haiti AKA Afrik + IndianDrow en PumaLAB

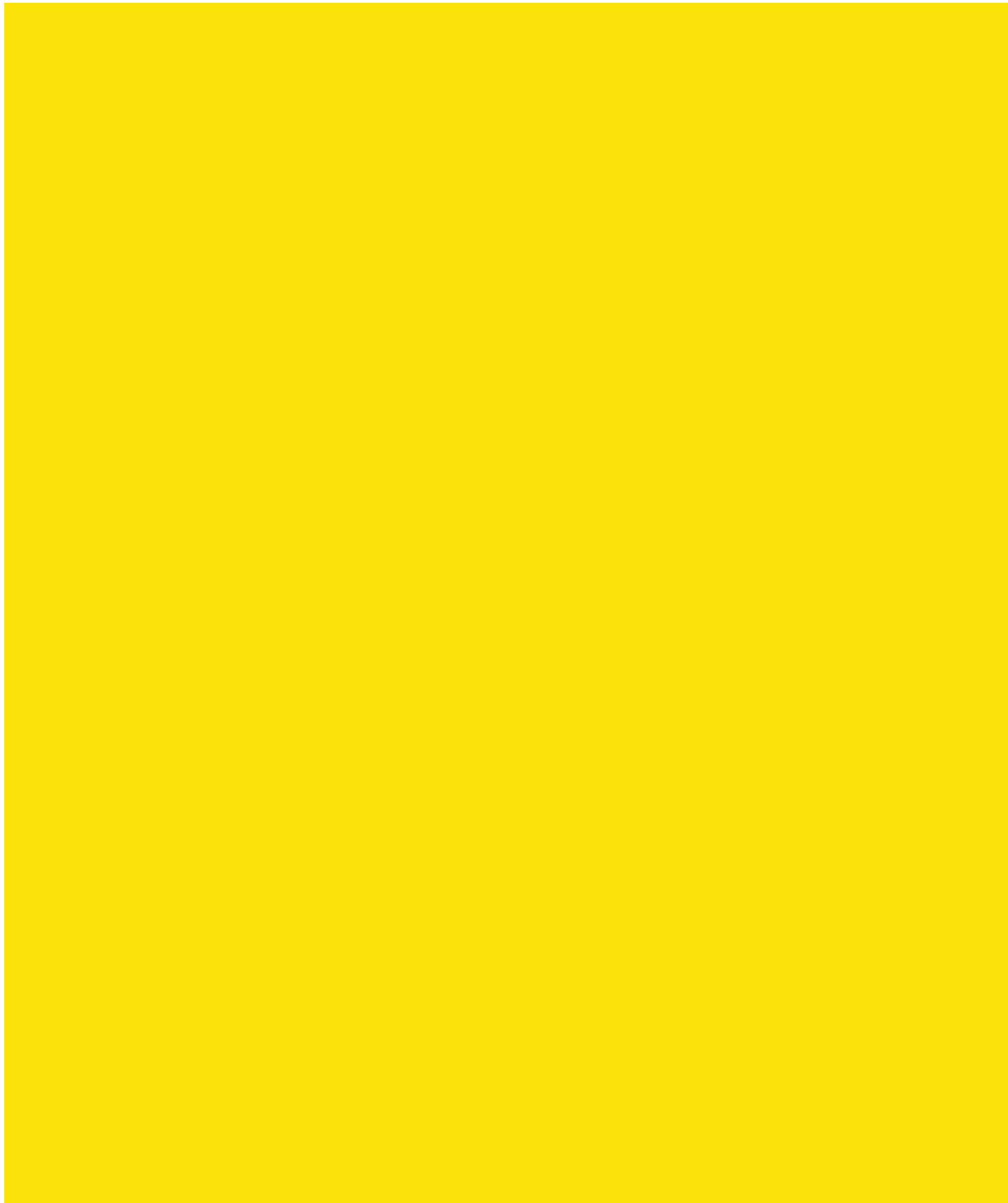


Multiproyección mapping en Museo Coca Cola Chile

Sistema de salud público

La misión del Ministerio de Salud tiene que ver con “construir un modelo de salud sobre la base de una atención primaria fortalecida e integrada, que pone al paciente en el centro, con énfasis en el cuidado de poblaciones durante todo el ciclo de vida, y que además estimule la promoción y prevención en salud, así como el seguimiento, trazabilidad y cobertura financiera”(Ministerio de Salud, s.f.). Teniendo esto en cuenta, se toma a este ministerio como stakeholder ya que es quien provee y administra las consultas en el sistema de salud pública. Así el este podrá facilitar consultas pediátricas que correspondan al programa de control sano. El ministerio se vería beneficiado por el proyecto ya que mientras antes se detecten signos del autismo, menor es el gasto económico, social y emocional de la población en cuestión.





PROCESO DE DISEÑO

Plan de desarrollo

En cuanto a los pasos a seguir para el desarrollo del proyecto, se creó un plan junto con una carta Gantt. A grandes rasgos, el proyecto se dividió en dos grandes etapas: Diseño del Problema y Diseño de la Interacción. Cada uno de ellos cuenta con sus fases específicas.

I. Diseño del problema

Encontrar campo de interés:

Debido a un interés personal en el campo de la psicología del desarrollo, se comenzó a investigar sobre las distintas dimensiones que existen en el desarrollo, donde se encontraron los trastornos del desarrollo, en especial el autismo.

Investigación del contexto:

Se comenzó con la investigación que dio una base sólida al proyecto, donde se consultaron distintas fuentes a considerar dentro del TEA. Es en esta etapa donde se encuentra la base del proyecto: el diagnóstico temprano para potenciar el desarrollo de individuos con TEA.

Entrevistas:

En esta etapa se consultó a distintos profesionales involucrados en el campo de los trastornos del desarrollo, en especial del TEA. Las entrevistas fueron efectuadas de manera presencial a terapeutas ocupacionales, fonoaudiólogos, psicólogos, pediatras, entre otros. En una segunda instancia se realizaron entrevistas a padres de niños de 1 a 4 años, quienes dieron su testimonio en cuanto a las expectativas del desarrollo de sus hijos y su percepción sobre el TEA.

Informance:

En la siguiente etapa se formuló una informe para entender la interacción tanto de niños con sospecha de autismo como niños con un desarrollo normal con los objetos y con sus padres para entender y comparar conductas que darían claves importantes para la siguiente etapa de formulación del proyecto

Formulación:

En la última etapa en el período de seminario se recopiló toda la información encontrada en las etapas anteriores, se jerarquizó y se encontraron interacciones críticas que guiaron el siguiente diseño. El qué, por qué y para qué servirán de pilares fundamentales para el diseño y rediseño del producto.

I. Diseño de interacción

Diseño:

Se diseña el producto a partir de la información recopilada en las etapas anteriores. Se diseña la interacción y se escogen materiales y técnicas pertinentes para elaborar un producto funcional y seguro.

Testeo y validación:

En esta etapa se prueba el producto con los distintos agentes claves. Esto puede ocurrir en varias oportunidades, teniendo en cuenta que el producto deberá ser presentado a terapeutas, niños y cuidadores. Se debe tener en cuenta que esta etapa no es lineal y el orden puede variar de acuerdo a los hallazgos que se presenten.

Conclusiones y rediseño:

Se recopila la información encontrada en la etapa de testeo y se concluye encontrando las debilidades y fortalezas del producto. Se prosigue a rediseñar el producto, eliminando las debilidades y reforzando la interacción de los usuarios con el producto. La idea es llegar a un resultado satisfactorio para el diseñador y todos los agentes involucrados.

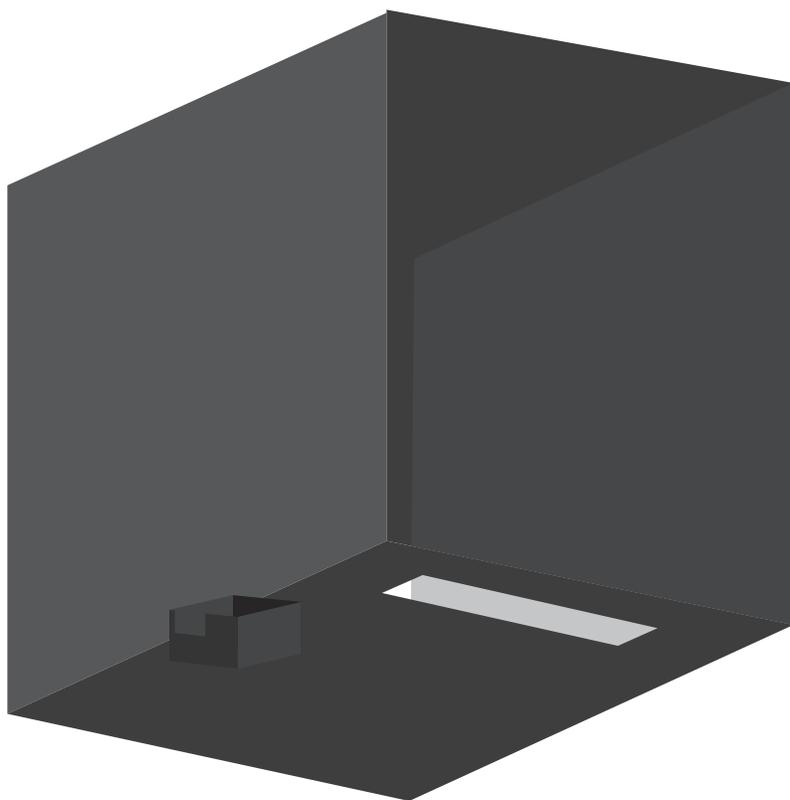
Implementación y difusión:

En esta etapa se pretende insertar el producto final en el las consultas pediátricas a lo largo del todo el país. Para esto se trabajará en conjunto con una fundación de TEA para luego postular a fondos estatales que financian la implementación.

Testeo

En primera instancia se optó por identificar los distintos elementos que atraen la atención visual de los infantes. Para esto, se investigó cual era un método efectivo para medir la percepción de los sujetos a testear. Debido a que el proyecto se basa en un dispositivo que busca la interacción visual con el individuo, se buscó literatura que sustenta la manera más óptima de medir este tipo de reacciones. En este contexto se hace útil el experimento "Can babies tell right from wrong?" realizado en el Centro de Cognición Infantil de la universidad de Yale (2010). En esta instancia se instaló un pequeño teatro de títeres el cual grababa desde el interior al exterior las reacciones de los bebés que participaban del estudio. De esta manera se creaba un registro de las expresiones faciales, seguimiento del relato, etc.

Para comenzar a testear los elementos mencionados se recogió una muestra de 12 niños con edades entre los 1 y 4 años. En una primera instancia se construyó un teatro de cartón en forma de caja. Fue construida a partir de cartón piedra negro y construida para formar un cubo abierto (4 caras). Esta pequeña caja en forma de teatro cuenta con una ranura en su cara inferior para introducir los distintos elementos visuales, además de una estructura cuadrada pequeña que se utilizará para posar un instrumento audiovisual para grabar los gestos y reacciones de los infantes.



La idea de esta caja es formar un espacio que pueda funcionar como un pequeño teatro de títeres, donde los distintos elementos que emerjan desde la ranura inferior puedan interactuar de manera visual con el infante en cuestión.

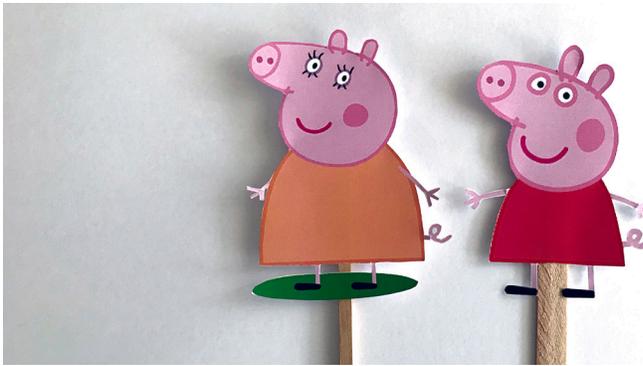
Dentro de esta estructura se mostraron los distintos elementos, separados por categorías durante un período de 45 minutos por categoría. Transcurridos el tiempo, se le hacía elegir al niño cuál era su elemento preferido de la categoría. Al grabar los gestos y sonidos durante el testeo, se puede apreciar cuál es la categoría que más llama la atención de los niños, midiendo cuánto tiempo mantuvieron la atención y reconociendo gestos faciales.

Debido a que el siguiente ejercicio se enfoca en el ámbito visual, se estudió qué tipo de formas, personajes o motivos atraen fácilmente la atención y generan interés en niños en este rango de edad específico.

En este contexto se recogen 4 categorías para testear:

- Figuras geométricas
- Figuras geométricas con ojos
- Ilustraciones de animales de distintos tipos
 - Acuáticos
 - Terrestres
 - Insectos
- Personajes
 - Ilustraciones de personajes reconocibles
 - Pepa Pig
 - Pow Patrol
 - Mickey Mouse
 - Minions





Para dejar en evidencia los resultados del testeo y su posterior análisis, se utilizó el medio fotográfico y audiovisual.

En el caso del medio fotográfico, se utilizó una celular con cámara fotográfica para registrar el ambiente del testeo. En este caso la cámara fue sostenida por un asistente quien se encargó de fotografiar los distintos ángulos de cada testeo, dejando en evidencia cercanía con la caja, expresiones del infante y de los que lo rodean, además de identificar distintos elementos que posteriormente pudieron ser identificados como distractores.

Para el medio audiovisual, se instaló una cámara GoPro Hero Black 5 en el dispositivo para el testeo. La cámara se posiciona dentro de la caja y registra desde el principio hasta el final del testeo. La finalidad de este registro radica en identificar exclusivamente la gestualidad del infante en cuestión en las distintas etapas del testeo. Además, se podrá dejar en evidencia períodos de atención a la caja y períodos de distracción, los cuales serán identificados a través del sonido del ambiente.





Resultados

Luego del testeo, se analizaron profundamente la experiencia junto con el registro fotográfico y audiovisual. En esta etapa se apreciaron resultados que variaron con relación a la edad de los individuos a investigar. Es por eso que el análisis de dicho proceso fue segmentado según edad de los individuos. El primer grupo corresponde a niños de 12 a 24 meses, el segundo de 12 a 36 meses y el tercero de 36 a 48 meses.

12 a 24 meses

En relación a los niños de este rango etario, se pudo ver que son altamente más propensos a distracciones de estímulos externos ya sea la voz de alguien más o la persona tras la caja manejando los títeres. En cuanto a la fijación, existe una clara preferencia hacia las figuras geométricas, sobre todo las que poseen ojos, ya que es más fácil para ellos relacionarlos con personas. Les atrae el movimiento de los ojos e identifican rápidamente la figura junto con su color.

24 a 36 meses

En este rango etario los niños mostraron un mayor interés por el juego que en el rango anterior. En este caso los niños seguían mostrando un claro interés por las figuras geométricas con ojos, mostrando su preferencia saludando a los personajes y apuntándolos. En segundo lugar, se notó una preferencia secundaria por los animales más familiares con ellos como la mariposa, los peces, la ballena y el ciempiés, no así la llama y la medusa, animales que desconocían. Por lo tanto, queda en evidencia que la preferencia de este rango etario recae en figuras reconocibles y familiares para ellos.

36 a 48 meses

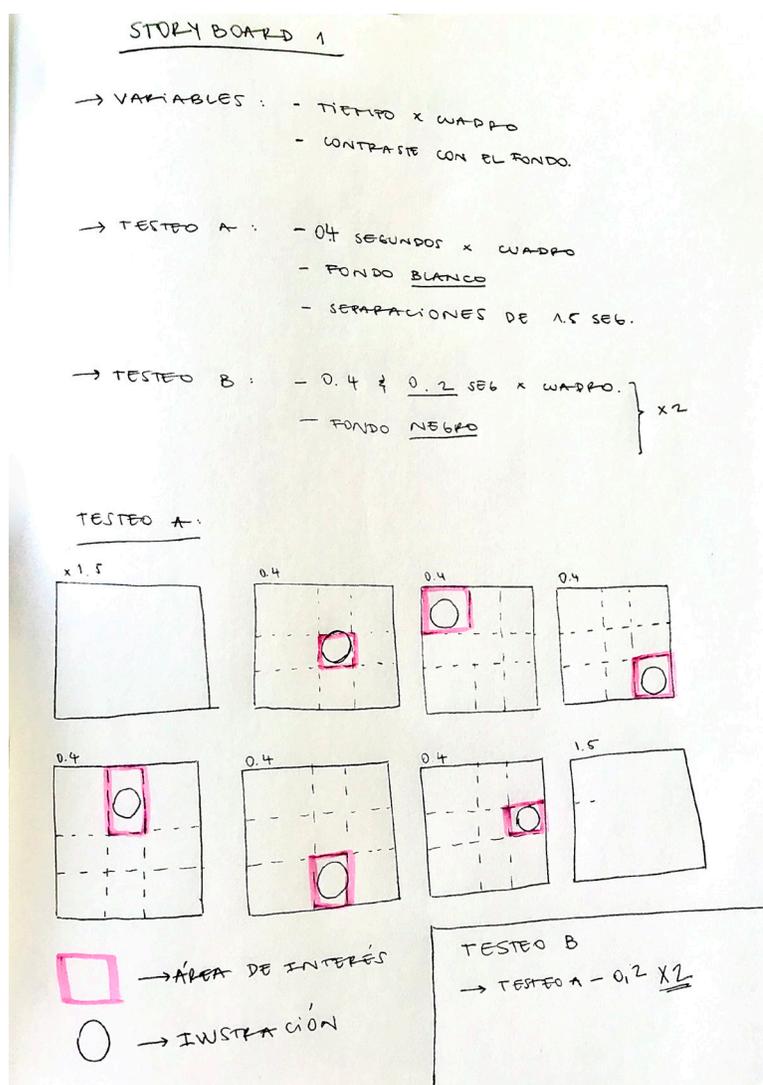
Este grupo de niños lanzó resultados muy claros debido a que la mayoría ya tenía acceso regular a la televisión y YouTube por lo menos una vez al día, por lo que sus preferencias recaen en el grupo de los personajes reconocibles, siendo los más populares en este grupo los personajes de la serie Paw Patrol y Minnie y Mickey Mouse. En cuanto a la preferencia por género, ambos masculino y femenino presentaron preferencias muy similares. En relación a la gestualidad, los niños de este rango etario tienden a expresarse de manera más kinésica, apuntando, saludando a los personajes e interactuando con ellos.

Testeo de interfaz

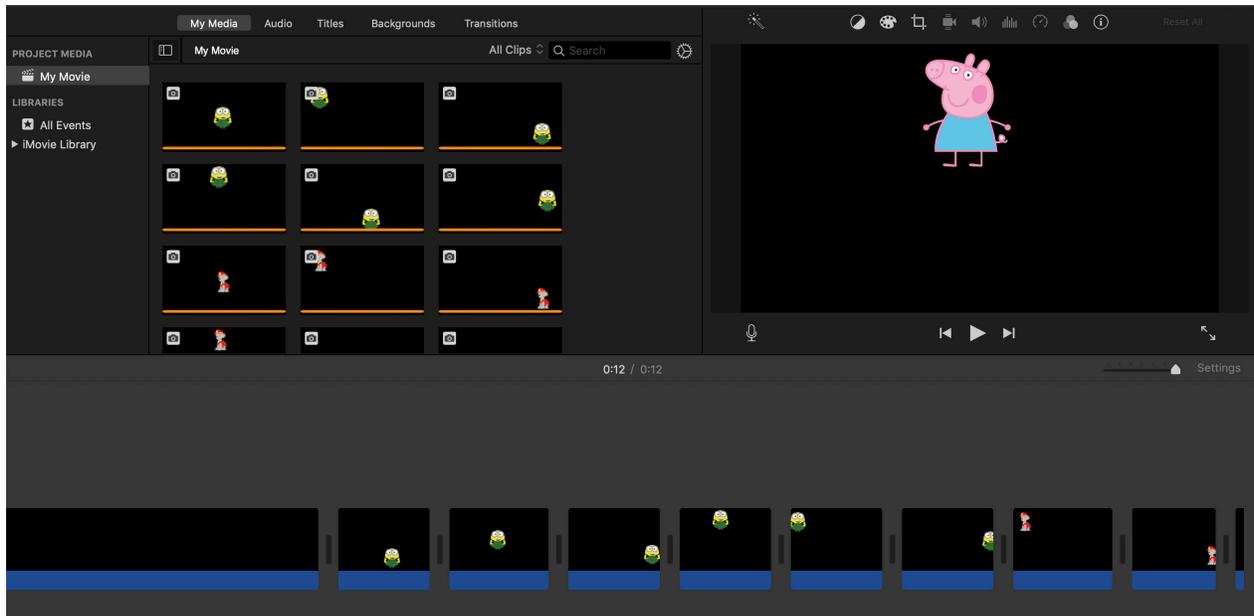
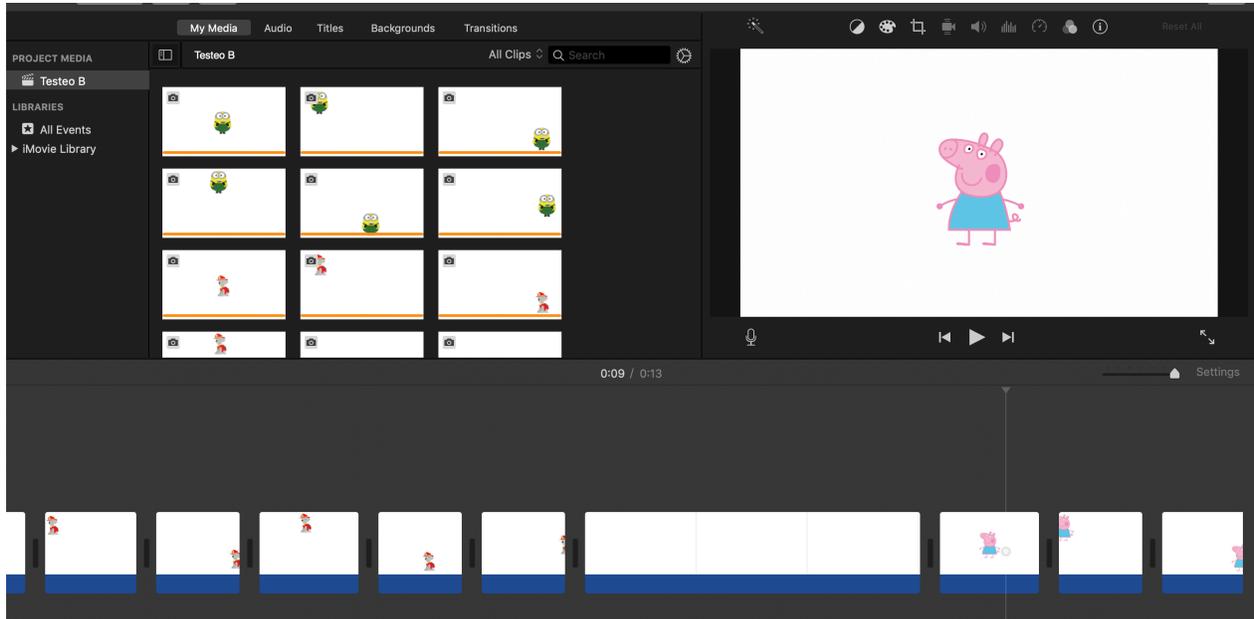
Diseño de Storyboard

En una primera instancia se recurrió al recurso del storyboard para diseñar el primer testeo de la interfaz el cual será testado en un sujeto de 3 años de edad. El tipo de estímulo visual fue elegido de acuerdo al rango etario del sujeto a testear.

En esta oportunidad se tomó la decisión de realizar dos testeos llamados A y B. La primera decisión a tomar fue la duración de cada cuadro. En este sentido se recurrió a la literatura como punto de referencia. Se tomaron dos duraciones; 0.4 segundos para el testeo A y 0.2 segundos para el testeo B. Además se consideró la variable del contraste del fondo con la figura, por lo que al testeo A se le asignó un fondo blanco, mientras que al testeo B se le asignó un fondo negro.



Estímulo visual animado



Resultados

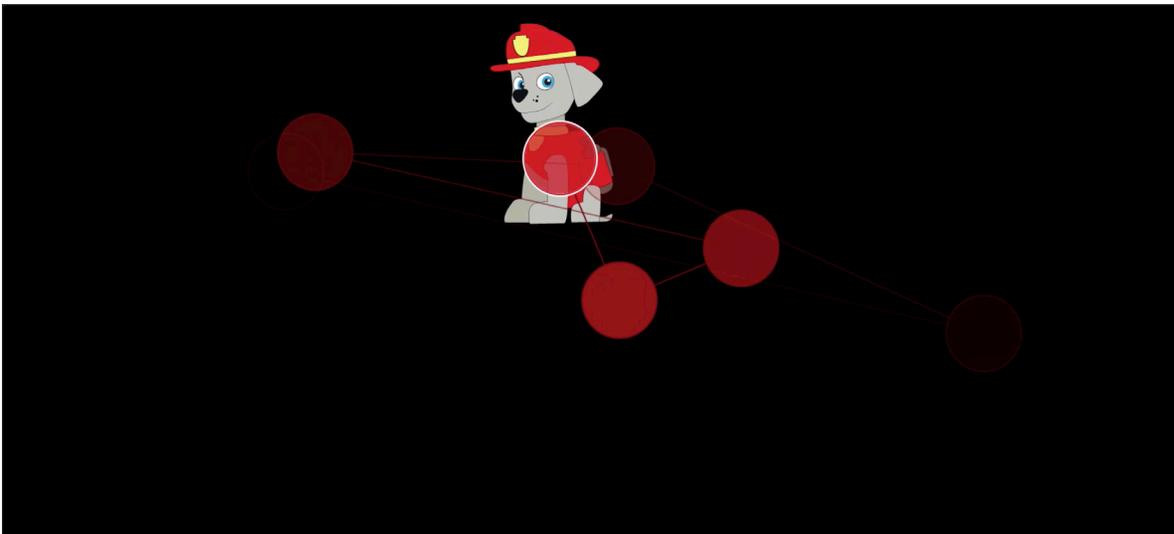
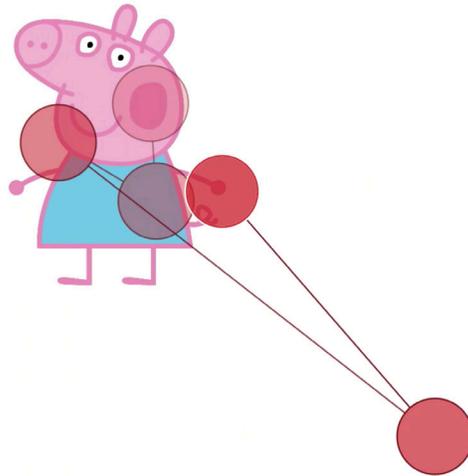
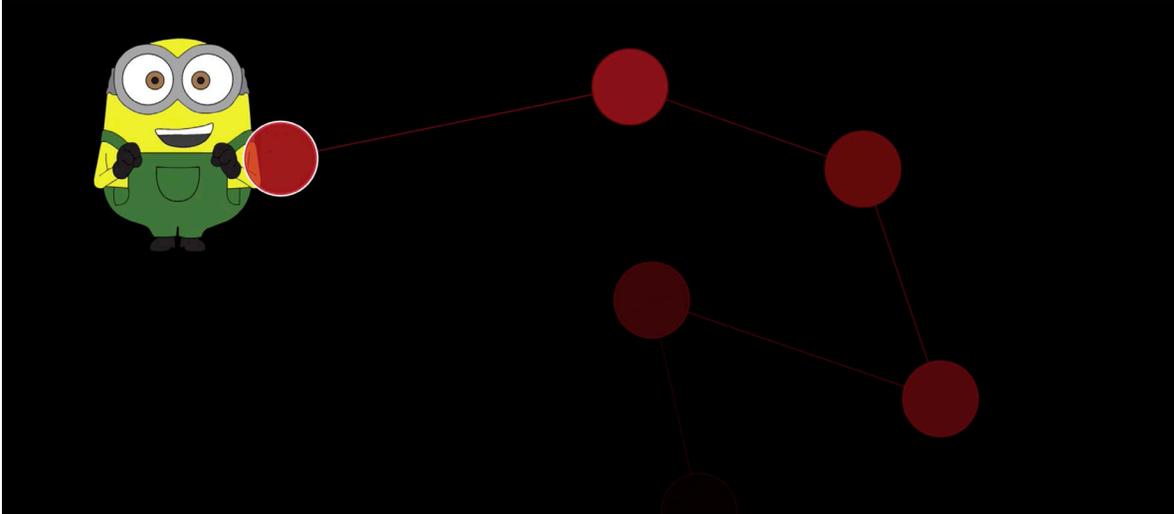
La interfaz fue testada con el eye tracker Tobii Pro Nano, el cual es capaz de captar hasta 60 Hz de frecuencia de muestreo, menor a la capacidad del Tobii Pro Spectrum, el cual es capaz de llegar hasta los 1200 Hz. Gracias a la facilitación de este eye tracker por parte de Katherine Orellana, parte del equipo de Tobii Pro, es que la interfaz pudo ser testada en una niña de 3 años de edad, quien cuenta con un desarrollo dentro de los rangos normales y no se encuentra dentro de un grupo de riesgo de TEA (como pudiera ser si es que tuviera un hermano/a con TEA).

La precisión de la interacción con el sistema fue óptima para los videos que contaban con cuadros de 0,4 segundos, no así los que contaban con cuadros de 0,2 segundos. En el primer caso, la precisión de los objetivos varió entre 60% y 100%, porcentajes que se consideran dentro del rango normal de los movimientos

sacádicos. En cambio, cuando los cuadros eran de 0,2 segundos, los porcentajes variaron de entre 30% a 0%, lo que deja en evidencia que la velocidad en que aparecen y desaparecen los estímulos es alta para niños de esa edad con un desarrollo normal. En cuanto a el contraste de los estímulos con el fondo, los resultados demuestran que es más probable que los niños encuentren con mayor precisión los estímulos en un fondo blanco

Teniendo en cuenta esta información es que se decide rediseñar la interfaz. En primer lugar, se establecen cuadros de 0,4 segundos como una variable fija ya que este rango de tiempo demuestra tener mayor efectividad, sin dejar de ser un desafío para los movimientos sacádicos de los niños. En cuanto a la gráfica de los estímulos, se deja como variable fija el color blanco del fondo y el tamaño de los estímulos. Teniendo en

consideración que para este testeo se modificaron aspectos mínimas respecto a los personajes reconocibles, es que se decide cambiar el estilo gráfico por uno que haga una alusión más indirecta al personaje ya que no se cuenta con los derechos para ocupar a los personajes como tal.



Fotografías del video que deja en evidencia la trayectoria del ojo del sujeto durante el testeo.

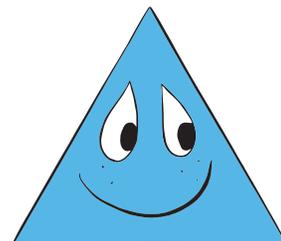
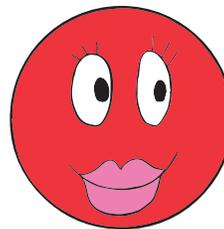
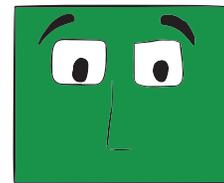
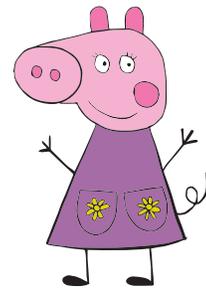
Rediseño

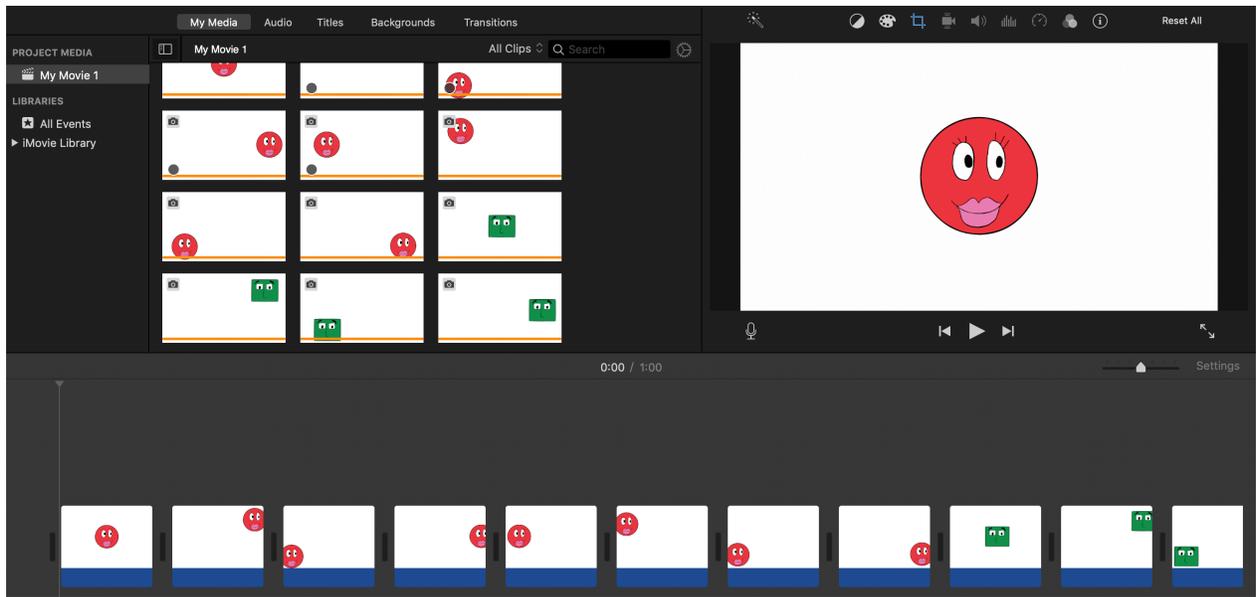
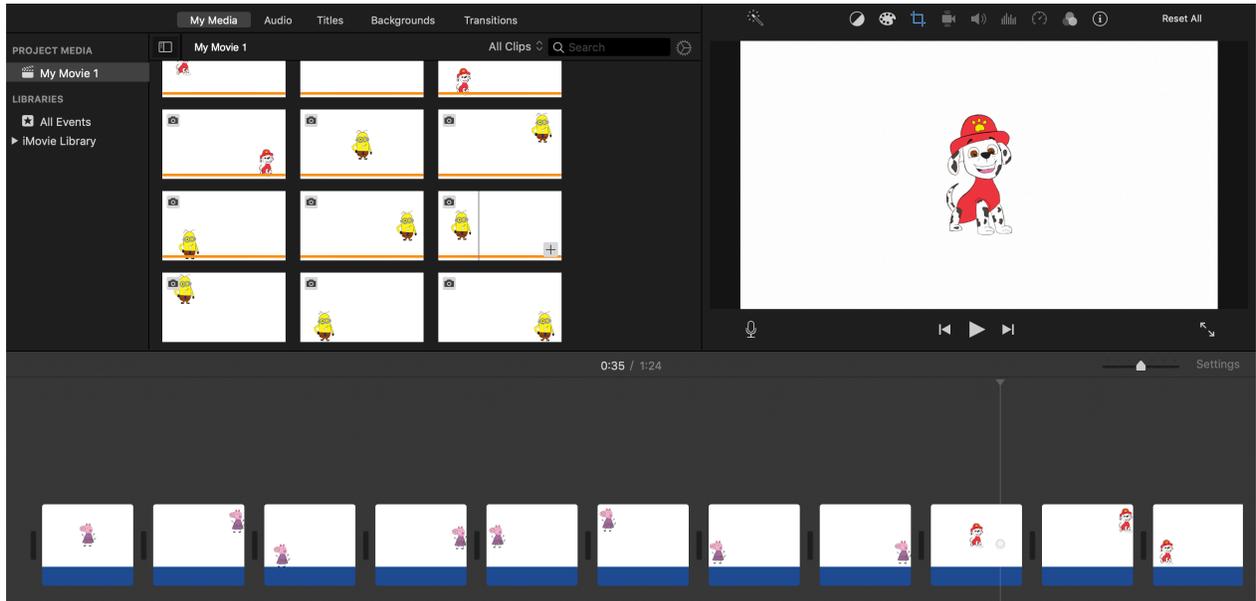
Considerando los resultados del testeo de la caja de títeres y el testeo de la interfaz, se decidió crear dos videos de interfaces de acuerdo al rango etario de los participantes.

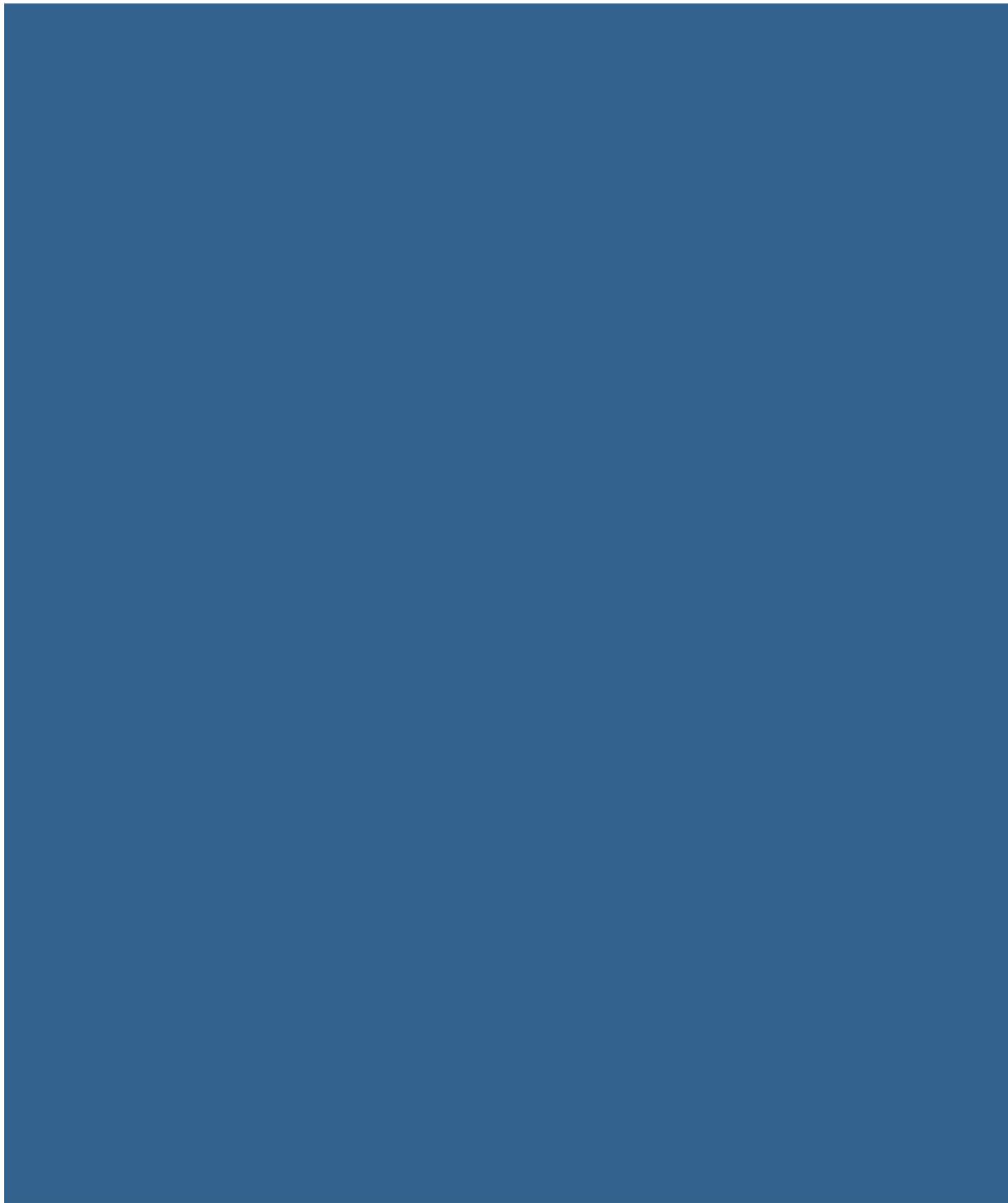
En relación a lo anterior, se decidió hacer un primer video para la interfaz que agrupara a los rangos etarios que estaban más atraídos visualmente a figuras geométricas con facciones referentes a las humanas (entre 1 y 2 años). En consecuencia, se crearon tres personajes ilustrados de forma digital. Se escogieron las formas geométricas más reconocidas por los niños de este rango etario, los que corresponden al círculo, triángulo y cuadrado. Cada personaje se creó junto con su identidad ya que las distintas emociones expresada por cada uno debería llamar aún más la atención del infante. En cuanto a la paleta de colores, esta fue pensada para contrastar con el fondo, por lo que se utilizaron colores distintos entre sí pero con una característica en común, la alta saturación.

En el caso de los niños de 3 a 4 años se tomaron los mismos personajes utilizados en el primer testeo de interfaz ya que sus resultados fueron óptimos tanto en mujeres como en hombres. De todas maneras, los personajes pasaron por una modificación formal. Se decidió hacer ilustraciones digitales que siguieran con la línea gráfica de las figuras geométricas anteriormente mencionadas. De esta forma se crean personajes de autoría propia, los cuales mantienen ciertos elementos que los hace reconocibles para los niños.

Teniendo en cuenta estos nuevos elementos, se crean dos videos, cada uno con una duración de 15 segundos, donde cada personaje aparecerá y desaparecerá 8 veces a una velocidad de 0.4 segundos por cuadro. Ambos videos para cada rango etario tendrán la misma duración y la misma velocidad de cada cuadro.







RESULTADO
FINAL

Acercamientos Formales

De acuerdo a la investigación previa, antecedentes, referentes y resultados de testeos, es que se decide diseñar un tablero que trabajará en conjunto con un dispositivo de tecnología eye tracking. Para esto, se trabajó con distintas tecnologías, las que permiten que el dispositivo cumpla su función.

Tobii Pro Spectrum

Dispositivo de Eye Tracking basado en una pantalla que **captura datos de la mirada a velocidades de hasta 1200 Hz**. Este sistema de investigación de alto rendimiento proporciona una calidad de datos superior y está diseñado para realizar investigaciones exhaustivas sobre el comportamiento y los movimientos oculares, desde estudios basados en la fijación hasta micro-sácadas.

El sistema puede capturar datos con una alta frecuencia de muestreo, al mismo tiempo que **permite el movimiento natural de la cabeza**. Esto permite a los investigadores explorar profundamente el procesamiento cognitivo, así como la mecánica de los movimientos oculares más rápidos (por ejemplo, sacudidas, temblores y microsácadas), sin interferir con el comportamiento natural del niño. Gracias a su capacidad para seguir a sujetos que se mueven libremente, el Pro Spectrum facilita la investigación con niños (Tobii, s.f.).

Monitor

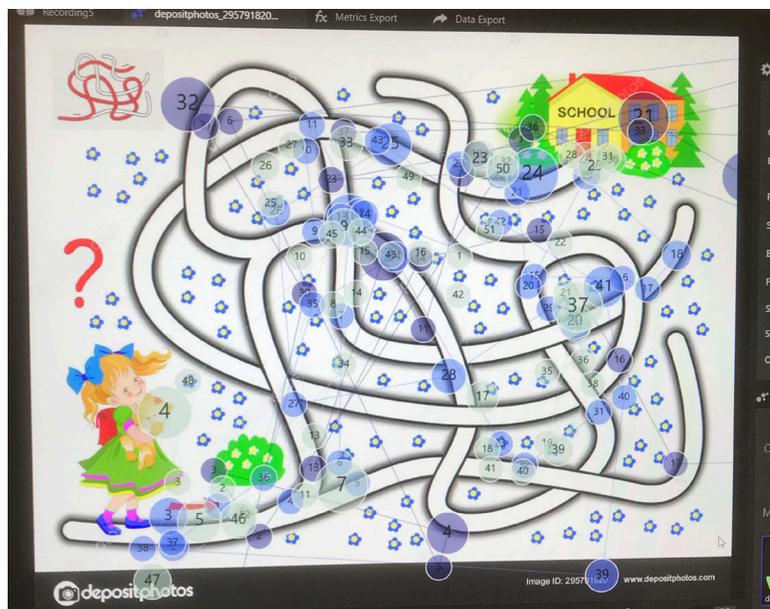
Tobii Pro Spectrum cuenta con un monitor led de 24 pulgadas desmontable. Es en esta pantalla donde aparecerá en una primera instancia las imágenes pertinentes para la calibración según cada sujeto, para luego mostrar el video con las secuencias que luego serán analizados por el sistema. El monitor también cuenta con un mango ajustable para distintas alturas de los sujetos.

Software: Tobii Pro Eye Tracker Manager

Es la herramienta utilizada tanto para crear los videos como para manejar la interacción del sistema. **Tobii Pro Eye Tracker Manager permite calibrar el sistema, comenzar la interacción, grabarla y arrojar los distintos tipos de análisis a tiempo real.**

En cuanto a los videos que funcionarán como los estímulos claves, el software es capaz de almacenar distintos tipos de videos, permitiendo elegir en cada oportunidad cuál es el video pertinente según el rango de edad del niño. Cada video puede ser grabado junto con la información del niño tales como nombre y edad.

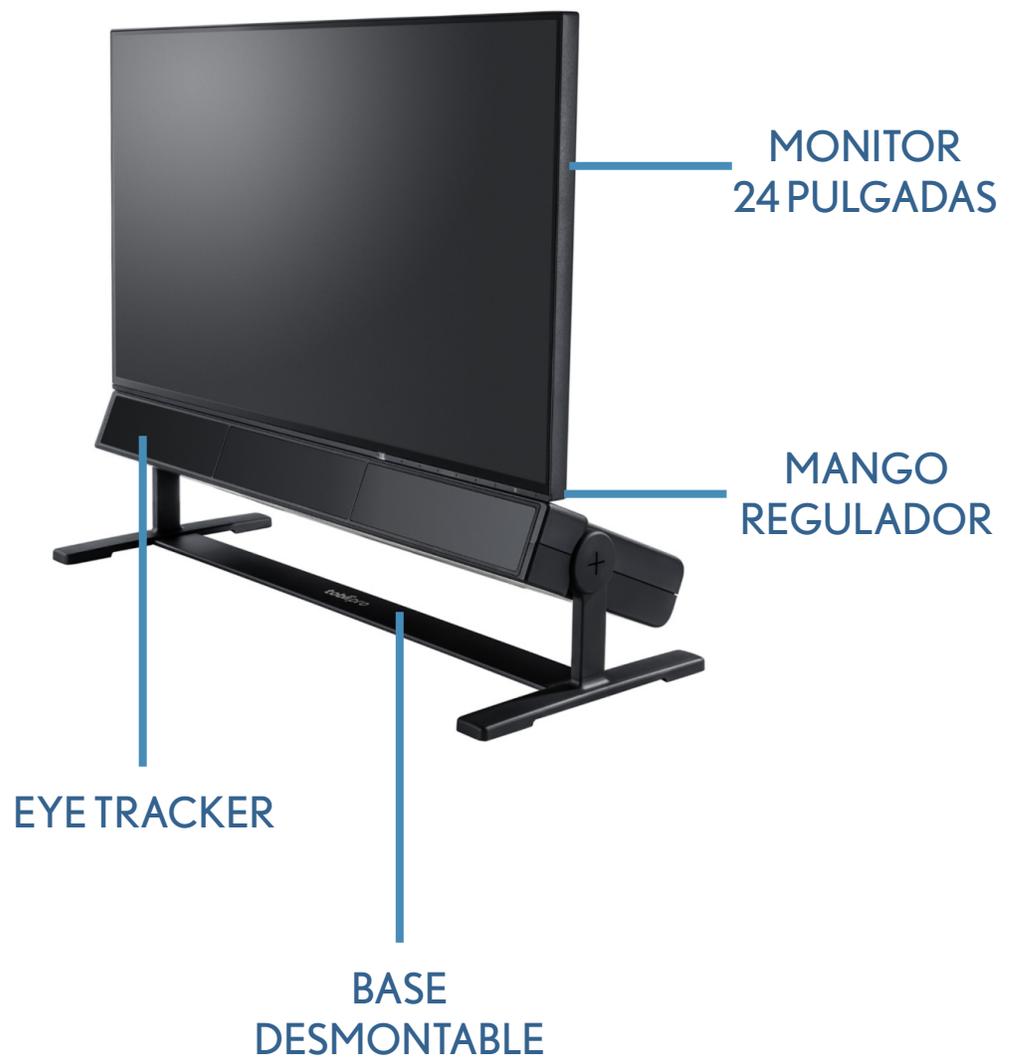
En este caso, la información relevante que entrega el software tiene que ver con el porcentaje de precisión de la mirada sobre los objetos que se muestran, mapas de calor que plasman las zonas de mayor interés, diámetro pupilar y cantidad de fijaciones en áreas de interés predeterminadas. Esto último permite tener un mapa de interés predeterminado que funciona en conjunto con el material visual animado.



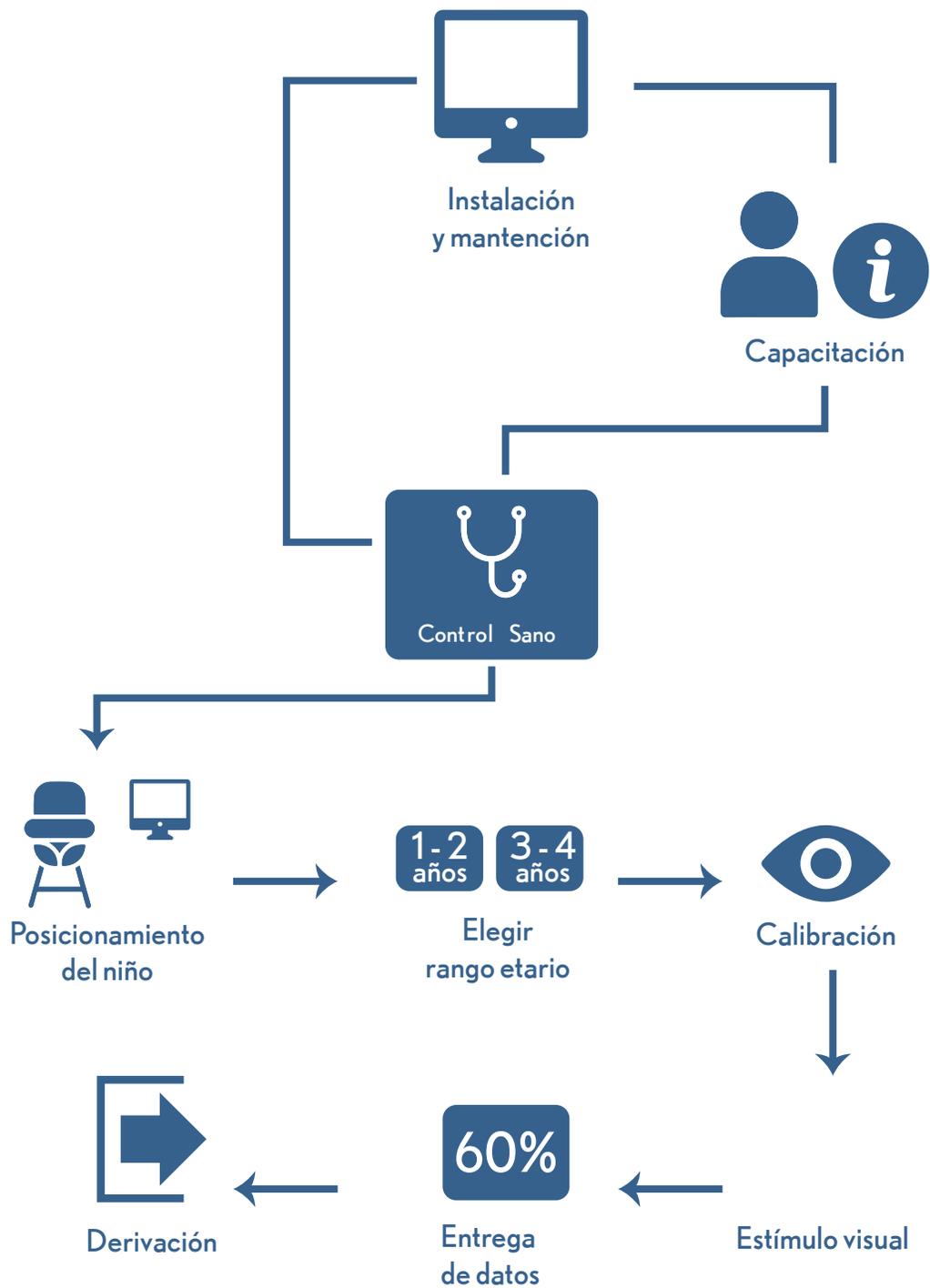
Ejemplo de mapas de calor entregados por el software.

Tobii Pro Spectrum





Flujo de interacciones



Instalación y mantención

En una primera instancia la instalación será realizada por Trimex, quienes se encargaran de la correcta instalación, calibración y funcionamiento del sistema. A partir de la instalación, se recurrirá a una mantención mensual de los equipos para asegurar su óptimo funcionamiento.

Capacitación

Junto con Trimex, se llevará a cabo una capacitación inicial donde se enseñará cómo funciona el sistema a pediatras y quienes eventualmente puedan manejar el sistema. De esta manera se asegura que los agentes involucrados en hacer funcionar el equipo tengan la capacidad de resolver problemas básicos de funcionamiento.

Posicionamiento del niño

El niño debe situarse en una silla previamente posicionada a una distancia pertinente para la correcta lectura del dispositivo Eye Tracker (entre 1 y 1.5 metros). El niño debe ser posicionado por el cuidador en la silla, asegurándose de que todos los seguros estén en su posición correcta para evitar accidentes o una deficiente lectura del dispositivo.

Elegir rango etario

Luego de situar al niño, el pediatra debe ingresar los datos del paciente y luego elegir el video corresponde al rango etario del niño en cuestión. En el software se encuentran dos opciones de estímulos visuales. El primero muestra un video especialmente diseñado para niños de 1 a 2 años, el segundo está dirigido a niños de 3 a 4 años.

Calibración

En una primera instancia se mostrará un pequeño video con un personaje atractivo para calibrar el eye tracker y así asegurar un funcionamiento óptimo.

Estímulo visual

Luego de presionar el botón correspondiente al rango etario, el video comenzará automáticamente, al igual que el análisis del movimiento ocular

Entrega de datos

Al finalizar el video, el pediatra debe detener el video para notificar que el período de lectura ocular terminó. Luego el sistema entregará los resultados del análisis de forma inmediata para la revisión del pediatra.

Derivación

En caso de que los resultados no sean los óptimos, el pediatras podrá repetir el test con el sistema, o bien realizar un test de otro tipo. En caso de que los resultados estén dentro del rango normal, se podrá proseguir con la consulta, de lo contrario se derivará a especialistas.

Chile Crece Contigo

En caso de que el especialista en cuestión decida que los resultados no son los óptimos y se necesite derivar al paciente para estudios más profundos, se podrá contar con la institución Chile Crece Contigo.

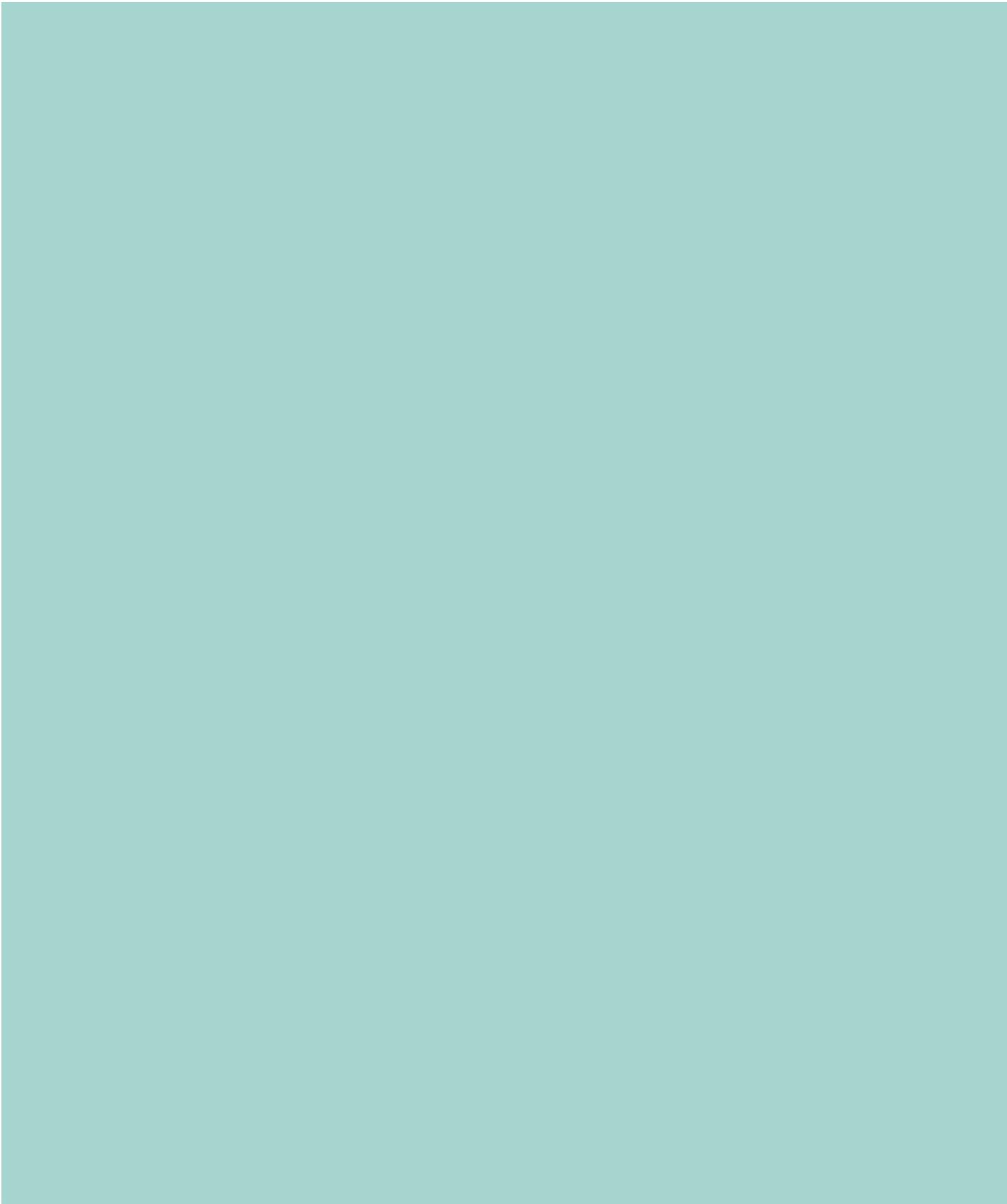
Chile Crece Contigo es una institución que acompañan a las familias chilenas para la protección integral de la infancia, ofreciendo apoyos específicos que se pueden necesitar en múltiples casos. En el caso necesitar terapias, apoyos y estímulos para tratar un TEA, Chile crece contigo trabaja en el fomento de interacciones sensibles y cooperadoras entre los cuidadores y el niño.

El Servicio Itinerante de Apoyo a la Estimulación en estos casos se encarga de los estímulos desde los infantes en la primera infancia, aportado por profesionales técnicos o monitores calificados que transitan por las distintas localidades del país donde el acceso a la salud es más complejo. Además existe la Atención Domiciliaria de Estimulación, la que consiste en la visita al domicilio de los niños con algún problema en el desarrollo

para que reciban el servicio de estimulación oportuna para cada caso.

Todas estas opciones que ofrece Chile Crece Contigo son instancias de ayuda que ofrece el estado para todos los chilenos. En el caso de que el niño que requiera terapias multidisciplinares posteriores a la interacción con la interfaz, estos programas entregan una base por donde partir con la estimulación.





IMPLEMENTACIONES

Análisis FODA

Fortalezas

Es un producto que como tal no existe en el mercado ya que es rápido, llamativo y no requiere de una gran cantidad de agentes involucrados en la interacción inicial.

La posibilidad de detectar signos de alerta de un autismo temprano da la posibilidad de comenzar las terapias y evaluaciones en niños de corta edad. Esto permite que la proyección de su aprendizaje y desarrollo aumente notablemente

Al estar instalado en una sala de espera donde asisten tanto niños sanos como niños con alguna condición física o cognitiva, la posibilidad de abarcar una gran cantidad de niños hace que sea posible detectar mayor cantidad de sospechas de autismo.

La interfaz se lleva a cabo dentro de un rango de tiempo de 2 minutos como máximo, considerando posibles repeticiones. Esto hace que el tiempo de la consulta no se alargue notablemente, por lo que no interfiere en los horarios de las consultas.

Alianzas y convenios con fundaciones relacionadas con el autismo las que permitan postular a financiamientos del estado.

Oportunidades

Programas dedicados a evaluar y tratar el autismo podrían asociarse a centros donde se encuentre el sistema para así crear un vínculo para tratar las sospechas de autismo encontradas

Asociarse a fundaciones de autismo para así ser respaldado y poder postular a fondos del estado con el fin de financiar dicho proyecto y sus proyecciones.

Encontrar sospechas de autismo aún cuando los cuidadores no estén al tanto de cuáles son las señales que podrían ser un alerta en cuanto al desarrollo cognitivo del niño.

Debilidades

Al contar con una tecnología altamente especializada y costosa, las proyecciones del proyecto necesitarán de un financiamiento importante por parte de agentes externos.

Dependiendo de los estímulos del ambiente, el sistema puede tener mayor o menor eficacia.

El sistema necesita de constante mantención.

Amenazas

En un principio la producción del sistema tiene un costo elevado, lo que dificulta la expansión del sistema a nivel nacional.

Dependiendo de los recursos tecnológicos que se cuentan en el contexto de la sala de atención, podría existir una dificultad en cuanto a la obtención de medios complementarios al sistema y su posterior configuración.

Debido a que el sistema ayuda a encontrar posibles signos de alerta para una sospecha de autismo, sumado a las posibles distracciones del ambiente, es probable que en una primera instancia el sistema no entregue resultados precisos y sea necesario repetir la prueba.

Modelo de negocios CANVAS

Socios Clave	Actividades Clave	Propuesta de Valor
<p>Ministerio de Salud</p> <p>Fundación Descúbreme</p> <p>Establecimientos médicos donde se llevan a cabo controles sanos.</p> <p>Trimex</p> <p>Tobii Pro</p>	<p>Postulación a fondos concursables para financiamiento del proyecto.</p> <p>Contar con los equipos pertinentes tales como eye tracker, software y computador.</p> <p>Hacer efectiva la derivación de pacientes con resultados deficientes</p> <hr/> <p>Recursos Clave</p> <p>Tobii Spectrum Pro Eye Tracking</p> <p>Software Tobii</p> <p>Computador para controlar el sistema y análisis de datos.</p> <p>Patente</p>	<p>Sistema para detectar signos de alerta de un autismo en etapa precoz.</p> <p>Interacción rápida, atractiva e intuitiva para el niño.</p> <p>Uso de tecnología de última generación, la cual detecta movimientos oculares y faciales de manera específica para luego entregar esta información en forma de gráficos.</p> <p>Ocurre en un lugar de espera donde la interacción con el sistema hace que se haga un mejor uso del tiempo tanto para el niño como para el cuidador.</p>
<p>Estructura de costos</p> <p>Inversión inicial para adquirir e instalar equipos, el cual será financiado gracias a la participación en fondos concursables impartidos por el estado o el Ministerio de Salud. El costo de los equipos se considera en base a la economía de escala.</p> <p>Mantenimiento realizada por Trimex, donde hay que considerar insumos necesarios y recursos humanos.</p> <p>Capacitación para la utilización del sistema.</p>		

<p>Relaciones con clientes</p> <p>La relación se basa en una estrategia de relación personal con los clientes. Se contactarán de forma directa y personalizada según sea el caso.</p>	<p>Segmento de clientes</p> <p>Ministerio de Salud, quien incluye a el programa Chile Crece contigo, los que ofrecen el servicio de el control sano y la posterior derivación a otros profesionales.</p> <p>Niños y niñas de 12 a 48 meses de edad y sus cuidadores.</p>
<p>Canales</p> <p>Alianza estratégica con el Ministerio de Salud, a través de él se llegarán a las distintas localidades para implementar el sistema.</p>	
<p>Fuentes de ingresos</p> <p>A través de la asociación con la fundación, la cual posee la calidad de interés público, será posible postular a fondos del estado tales como Fomento de Fortalecimiento de las Organizaciones de Interés Público (FFOIP), Retos de Innovación de Interés Públicos (fondo ofrecido por la CORFO) y Fondo Chile Compromiso de Todos.</p>	

Proyecciones

Alianzas clave

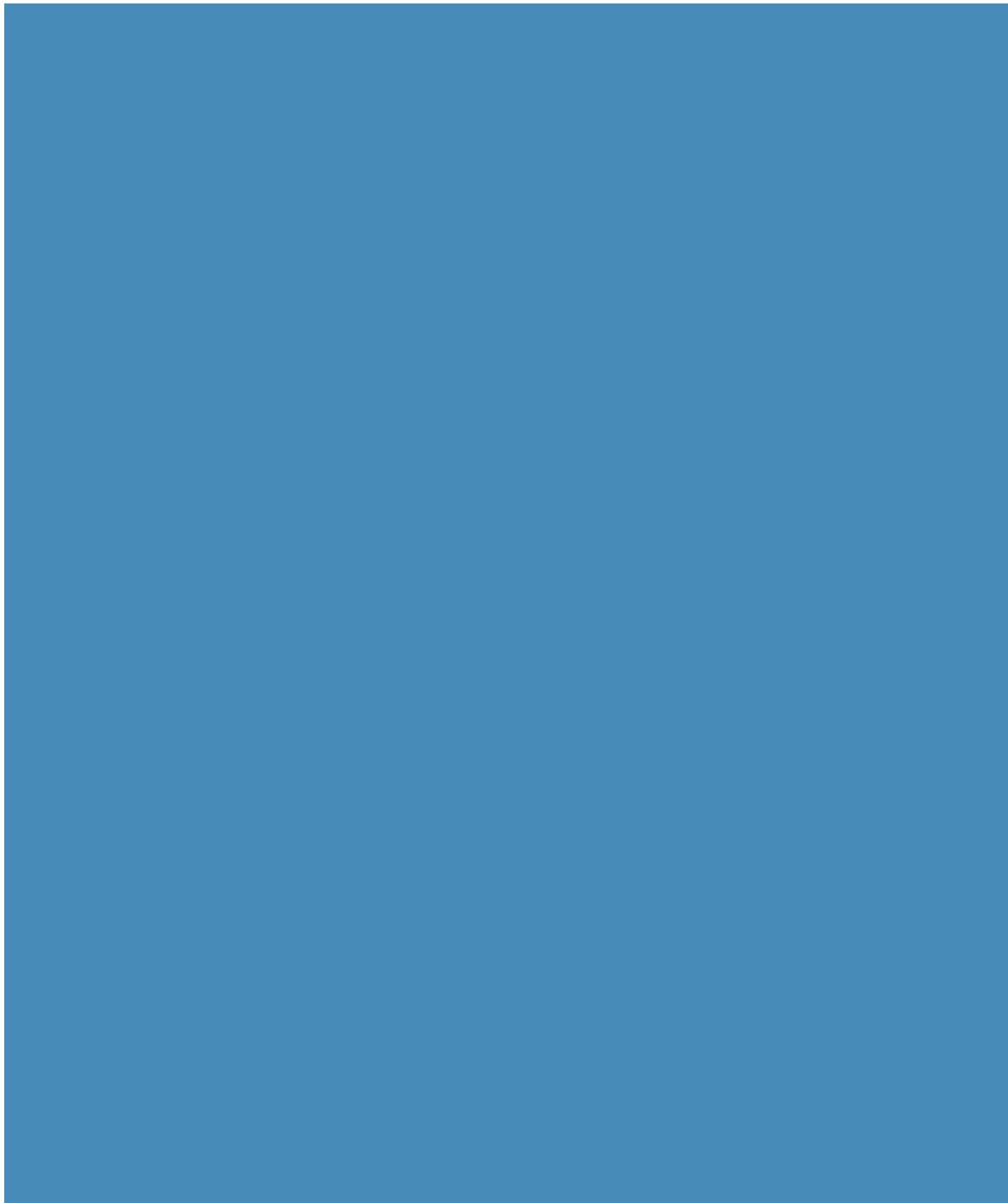
Se mantendrán las alianzas estratégicas anteriormente mencionadas para que el proyecto pueda seguir funcionando tal como se ha planteado. Tobii será el encargado de proveer los equipos necesarios, Trimex se encargará de las asesorías técnicas, instalaciones y mantenciones, el Ministerio de Salud será quién se abra a la posibilidad de integrar el proyecto a las consultas de control sano. Por último en un futuro se podría generar un vínculo importante con Chile Crece Contigo, quién podrá entregar las terapias necesarias luego de encontrar resultados deficientes.

Expansión

En un principio el proyecto se podrá testear como piloto en un solo consultorio para que posteriormente se pueda expandir a distintas comunas, regiones y posteriormente implementarlo a nivel país para una mayor cobertura. Con esto, se podrá podrán comenzar miles de tratamientos de forma temprana, aumentando la capacidad de desarrollo de miles de niños con TEA.

Visualización de datos

En cuanto a la visualización de datos, se entiende que el software con el que cuenta Tobii está pensado para hacer investigaciones a nivel profundo con una gran cantidad de datos, números y gráficas, las cuales son difíciles de manejar para el contexto en cuestión. Es por eso que se plantea la posibilidad de modificar el software, o bien crear uno nuevo, para así diseñar una visualización de datos igual de funcional pero que al mismo tiempo sea fácil de leer, entender y manejar por profesionales de la salud. Para esto se proyecta trabajar con diseñadores gráficos y programadores.



CONCLUSIONES

Conclusiones del Proyecto

Es importante destacar la responsabilidad del diseño como agente potenciador de cambios sociales. Como diseñadores tenemos esta responsabilidad en nuestras manos y está en nosotros utilizar estos conocimientos en pos de el desarrollo y bienestar tanto de los grandes grupos como de las minorías, como en este caso serían los niños con riesgo de contar con algún grado de TEA. De la misma manera, el diseño integral permite crear proyectos con múltiples disciplinas para cumplir este fin. En este caso el diseño converge con áreas de la salud y nuevas tecnologías.

Gracias a esto es que nace este proyecto, de la necesidad de generar un cambio positivo junto con las disciplinas que más me fascinan personalmente. Esta la interacción diseñada junto a la interfaz del sistema son un resultado de estudios, observaciones, trabajos en terreno, entrevistas e investigaciones, lo que hace que el proyecto se nutra de manera multilateral. El resultado fue de todas maneras satisfactorio ya que los testeos y sus resultados entregaron información relevante y específica con la que hoy en día el contexto de la salud pública no cuenta. Al ser una interfaz con una interacción rápida, hace que el diagnóstico se entregue de forma inmediata y eficiente.

A modo de conclusión de este proyecto particular se destaca el hecho de poder encontrar síntomas tempranos que tienen que ver con el autismo a través de una interfaz lúdica y visual que deja en evidencia la precisión de los movimientos sacádicos de los infantes de entre 1 y 4 años. De esta forma se podrán comenzar de manera más prematura las distintas terapias multidisciplinarias necesarias para potenciar de manera notable el desarrollo de los niños con autismo, lo que genera un impacto importante a nivel económico, social y emocional tanto de las familias involucradas como a nivel país.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cenit, R. (2018, 29 junio). 7 interesantes apps para niños con autismo. Recuperado 24 junio, 2019, de <https://www.redcenit.com/7-apps-para-ninos-con-autismo/>

Chung, W. (Marzo, 2014). Autismo: lo que sabemos (y lo que aún no sabemos) [Video file]. Recuperado de: https://www.ted.com/talks/wendy_chung_autism_what_we_know_and_what_we_dont_know_yet?language=es

Clarín.com. (2018, 17 octubre). Diez objetos de diseño para estimular a niños autistas. Recuperado 24 junio, 2019, de https://www.clarin.com/arq/disenio/objetos-diseno-estimular-ninos-autistas_0_MCgdHTyk1.html

Cortéz, M. y Contreras, M. (2007). Early diagnosis of the autism spectrum disorders (18-36 months). Archivos Argentinos De Pediatría, 105 (5), 418-426. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0325007520070005000008&script=sci_arttext

Dourthe, I. (2017, 23 junio). "No son alumnos que el sistema quiera y te dicen cualquier cosa para no aceptarlo". Recuperado 20 junio, 2019, de 14. <https://m.elmostrador.cl/agenda-pais/vida-en-linea/2017/07/23/no-son-alumnos-que-el-sistema-quiera-y-te-dicen-cualquier-cosa-para-no-aceptarlo/>

Farfán, L. (2017, 23 junio). "No son alumnos que el sistema quiera y te dicen cualquier cosa para no aceptarlo". Recuperado 20 junio, 2019, de 14. <https://m.elmostrador.cl/agenda-pais/vida-en-linea/2017/07/23/no-son-alumnos-que-el-sistema-quiera-y-te-dicen-cualquier-cosa-para-no-aceptarlo/>

Fundación Chilena del Autismo. (s.f.). ¿Quiénes Somos? - Fundación Chilena Del Autismo Horizonte. Recuperado 12 enero, 2020, de <https://fundacionchilenadelautismo.cl/quienes-somos/>

Instituto Idea. (2013). Conductas tempranas en la comunicación y el lenguaje. junio 12, 2019, de Instituto Desarrollo y Estimulación del Aprendizaje Sitio web: <http://ideainstituto.blogspot.com/2013/07/conductas-tempranas-en-la-comunicacion.html>

La Tribuna. (2019, 28 noviembre). Aprueban Fonasa sin tope para niños con autismo y trastornos del aprendizaje. Recuperado 30 noviembre, 2019, de <https://www.latribuna.cl/vida-salud/2019/11/28/aprueban-fonasa-sin-tope-para-ninos-con-autismo-y-trastornos-del-aprendizaje.html>

Labbé Bárbara, entrevista personal realizada el 30 de mayo 2019.

Landa, R. (2008). Diagnosis of autism spectrum disorders in the first 3 years of life. Nature Clinical Practice Neurology, 4 (3) 138-147.

Landa, R. PhD, Holman, K. PhD, & Garret-Mayer, E. Phd. (2007). Social and communication development in toddlers with early and later diagnosis of Autism Spectrum Disorders. American Medical Association, 64(7),

861-863.

Landa, R. PhD, Holman, K. PhD, & Garret-Mayer, E. PhD. (2007). Social and communication development in toddlers with early and later diagnosis of Autism Spectrum Disorders. *American Medical Association*, 64(7), 853-863.

Lord, C., Rutter, M., & DiLavore, C. (s.f.). ADOS-2. Escala de Observación para el Diagnóstico del Autismo - 2. Recuperado 6 junio, 2019, de <http://web.teaediciones.com/ADOS-2-Escala-de-Observacion-para-el-Diagnostico-del-Autismo---2.aspx>

Manya, A. (2003). Discapacidad y calidad de vida. *Liberabit*, Vol. 9. No. 9. p.p.57-61.

Medina, P. (2012, 26 enero). El precio de los Trastornos del Espectro del Autismo en Chile. Recuperado 3 junio, 2019, de <https://autismodiario.org/2012/01/26/el-precio-de-los-trastornos-del-espectro-del-autismo-en-chile/>

Millá, M.G. y Mulás, F. (2009). Atención temprana y programas de intervención específica en el trastorno del espectro autista. *Revista Neurología*, 48 (2) 47-52.

Ministerio de Salud. (s.f.). Misión y Visión. Recuperado 3 enero, 2020, de <https://www.minsal.cl/mision-y-vision/>

Ministerio de Salud. Guía práctica de Detección y Diagnóstico Oportuno de los Trastornos del Espectro Autista (TEA)

Morales Daniela, entrevista personal realizada el xx de mayo 2019.

Myers R: Los Doce que Sobreviven: Fortalecimiento de los programas de desarrollo para la primera infancia en el tercer mundo. Publicación Científica N° 545. Organización Panamericana de la Salud. Washington DC USA 1993.

Núñez, b. (2007). Familia y discapacidad. De la vida cotidiana a la teoría. buenos Aires: Lugar editorial.

Núñez, b. (2010). El niño con discapacidad, familia y su docente. buenos Aires: Lugar editorial.

Orellana, A.. (2012, Diciembre). Dificultad en la detección temprana de los trastornos del espectro autista. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 15, 5.

Quilpue Impulsa Innovador Programa para Deteccion Temprana del Trastorno del Espectro Autista - Municipalidad de Quilpué. (2018, 22 enero). Recuperado 2 octubre, 2020, de <https://www.quilpue.cl/>

articulo/salud/4/5301/quilpue-impulsa-innovador-programa-para-deteccion-temprana-del-trastorno-del-espectro-autista.html

Riviere, A. (1997). El Tratamiento del autismo como trastorno del desarrollo: Principios Generales en: El Tratamiento del Autismo, Nuevas Perspectivas. Riviere & martos, Comp. madrid: ImSeRSO.

Riviere, A. & Martos, J. (2000). El niño pequeño con autismo. España: Asociación de Padres de Niños Autistas.

Sanabria, N. A. (2011). La autonomía desde la teoría narrativa en Paul Ricoeur. Recuperado de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/13656/T30.11%20S194a.pdf?sequence=1>

Sanabria, N. A. (2011). La autonomía desde la teoría narrativa en Paul Ricoeur. Recuperado de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/13656/T30.11%20S194a.pdf?sequence=1>

Shahar, G. (Diciembre, 2016). The beautiful reality of autism [Video file]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=S8Nb2FDmQo4>

Toro, P. (2019, 16 mayo). LA ETIMOLOGÍA DE TRIMEX. Recuperado 1 enero, 2020, de <https://galio.cl/2019/05/16/la-etimologia-de-trimex/>

Toys, H. (s.f.). Reloj de arena con lastre. Recuperado 24 junio, 2019, de <https://www.hoptoys.es/discapacidad-auditiva/reloj-de-arena-con-lastre-p-12161.html>

Tobii. (s.f.). Tobii Pro Spectrum. Recuperado 20 diciembre, 2019, de <https://www.tobii.com/es/products/tobii-pro-spectrum/>

Fotografías:

BSIP–UIG (2014). Pediatricians [Fotografía]. Recuperado de <https://time.com/2934047/why-pediatricians-are-prescribing-books/>

Floersch, T, (2015). Haiti [Fotografía]. Recuperado de <https://unsplash.com/photos/CcbnSarTldQ/info>

Howens, M. (2018) Two toddler playing letter cubes [Fotografía] Recuperado de <https://unsplash.com/photos/Cq9sINxV8YU/info>

MAVI (s.f.). Experiencia sonora lumínica [Fotografía]. Recuperado de <https://www.mavi.cl/2018/04/09/experiencia-sonoro-luminica-en-el-mavi/>

Millar, S. (2018). My little friend [Fotografía]. Recuperado de <https://unsplash.com/photos/nuS2GDpCDol>

Sikkema, K. (2017). Building a rocket ship [Fotografía]. Recuperado de <https://unsplash.com/photos/JRVxgAkzlsM>

Spriske, M. (2017). Blocks. [Fotografía]. Recuperado de https://unsplash.com/photos/OO89_95aUCO

Tobii (s.f.). 4 Setups Mode Spectrum [Fotografía]. Recuperado de <https://www.tobii.com/es/products/tobii-pro-spectrum/>

Tobii (s.f.). Eye tracking test [Fotografía]. Recuperado de <https://www.tobii.com/es/products/tobii-pro-spectrum/>

Tobii (s.f.). Tecnología de eye tracking para investigación [Fotografía]. Recuperado de <https://www.tobii.com/>

Tobii (s.f.). Tobii is the world leader in eye tracking [Fotografía]. Recuperado de <https://www.tobii.com/>

Tobii (s.f.). Tobii Pro Spectrum [Fotografía]. Recuperado de <https://www.tobii.com/es/products/tobii-pro-spectrum/>

White, B. (2016). Boy sitting on bench. [Fotografía]. Recuperado de https://unsplash.com/photos/4K2IIP0zc_k