



Universidad del Desarrollo
Universidad de Excelencia

“Diseño de la aplicación para dispositivos móviles: Concentralyon, ejercicio físico para niños con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad”.

**Tesistas: MATIAS VICENTE CERDA
CUEVAS, MILENKO ALEJANDRO
MORGADO PEÑA, MARTIN FELIPE
AUGUSTO SAELZER LETELIER**

**PROFESOR GUIA
Srta. Daniela Cid Villa**

**2020
CONCEPCIÓN**

Agradecimientos

A nuestra profesora Silvana Quintana Acuña, quien nos motivó cada día a llevar a cabo este proyecto de tesis y junto con eso nos alentó a continuar este sueño en el futuro; gracias a la profesora Margarita Aravena Jopia quien nos recalcó la importancia y trascendencia de este proyecto a nivel escolar; a nuestra profesora guía Daniela Cid Villa quien nos dio constantemente su apoyo y retroalimentaciones desde el área de la neurociencia; gracias a nuestro amigo Diego Contreras, quien nos ayudó constantemente en el proceso de creación de la aplicación y por último gracias a nuestras familias por todo el apoyo y paciencia durante este largo camino y motivarnos durante toda la carrera.

“Encuentra algo que te apasione y mantente tremendamente interesado en ello.”

Tabla de contenidos:

Agradecimientos.....	2
Tabla de contenidos.....	3
Resumen.....	4
Introducción.....	5
Problema y pregunta de investigación.....	6
Marco teórico.....	8
Hipótesis.....	21
Objetivos.....	22
Materiales y métodos.....	23
Resultados.....	25
Discusión.....	34
Conclusión.....	36
Referencias bibliográficas.....	37

Resumen:

Este estudio tiene por objetivo la creación de una aplicación de ejercicios físicos aeróbicos para dispositivos móviles con sistema operativo Android. Para este estudio participaron tres niños, de edades comprendidas entre los 8 y 12 años, que fueron diagnosticados con TDAH y que estuvieron bajo tratamiento farmacológico. Se dividió en dos partes, las cuales fueron la elaboración de la aplicación y el diseño de un cuestionario para evaluar la percepción de los usuarios y sus padres respecto al uso de la aplicación. La aplicación contiene distintas pantallas que contienen videos con ejercicios aeróbicos y tips de como realizarlos. Luego de 3 semanas de uso se realizó una encuesta de percepción de experiencia a los niños y sus padres, esta encuesta mostró resultados favorables al uso de la aplicación. Si bien se logró crear una aplicación para dispositivos móviles funcional, que tuvo buenos resultados en la percepción de los usuarios y sus padres, se espera que en un futuro se puedan realizar más estudios con el uso de Concentralyon para medir su impacto en un número mayor de población infantil.

Abstract:

The objective of this study is to create an application of aerobic physical exercises for mobile devices with the Android operating system. Three children, aged between 8 and 12 years old, who were diagnosed with ADHD and who were under pharmacological treatment, participated in this study. It was divided into two parts, which were the development of the application and the design of a questionnaire to assess the perception of users and their parents regarding the use of the application. The application contains different screens containing videos with aerobic exercises and tips on how to perform them. After 3 weeks of use, a survey of perception of experience was conducted with children and their parents, this survey showed favorable results for the use of the application. Although it was possible to create a functional application for mobile devices, which had good results in the perception of users and their parents, it is expected that in the future more studies can be done with the use of Concentralyon to measure its impact on a larger number of children.

Introducción

El trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) es un trastorno del aprendizaje que se diagnostica en la etapa escolar, dentro del cual se pueden observar manifestaciones típicas en los niños/as que tienen este diagnóstico, los cuáles son hiperactividad, inatención e impulsividad. Según el manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM por sus siglas en inglés), existen tres tipos de subtipos de TDAH, los cuales son predominantemente inatento, predominantemente hiperactivo e impulsivo y por último de tipo combinado. Se estima que el Trastorno déficit atención e hiperactividad tiene una prevalencia de 5,9 a 7,1% en niños y adolescentes y un 5% en adultos jóvenes a nivel mundial y a nivel nacional de un 10%. Se presenta con una frecuencia de 3:1 siendo los niños los más propensos a padecer comparado con las niñas. El tratamiento clásico es el farmacológico tiene por objetivo modular las manifestaciones clínicas de este trastorno. Los fármacos más utilizados son el Metilfenidato y la Atomoxetina. Sin embargo, el prolongado uso de fármacos puede tener efectos negativos a largo plazo en las personas. Frente a esta situación, diversos estudios han propuesto una alternativa como tratamiento coadyuvante, el cual es el ejercicio físico aeróbico que, en menor intensidad, tiene efectos similares a los fármacos. Asociado a esto, el uso de aparatos tecnológicos en edades tempranas ha ido aumentando progresivamente con el transcurso del tiempo, por lo que el desarrollo de aplicaciones orientadas al manejo del TDAH es una opción viable tanto para los padres como de los niños/as que presenten este diagnóstico. Actualmente, existen diversas aplicaciones para dispositivos móviles que se pueden utilizar para el TDAH, que cumplen funciones como aplicaciones móviles de asistencia y aplicaciones móviles de tratamiento. Es por este motivo que la creación de una aplicación para dispositivos móviles que contenga ejercicios físicos de carácter aeróbico podría ser utilizada como tratamiento coadyuvante al tratamiento farmacológico tradicional debido a la adherencia de los niños/as con los aparatos tecnológicos y a los efectos del ejercicio físico aeróbico en la modulación de la sintomatología del TDAH.

Problema y pregunta de investigación

En el proceso de desarrollo de los niños , en algunos casos podemos encontrar los llamados trastornos del aprendizaje, los que son definidos como trastornos del desarrollo infantil que se manifiestan principalmente como dificultades para aprender, por lo tanto, son inseparables del contexto escolar, sociocultural y familiar. Uno de ellos es el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) puede definirse como un cuadro clínico en el que se presenta déficit atencional, hiperactividad o en algunos casos impulsividad, de forma persistente y en más de una de las etapas de vida del niño, niña o adolescente. El TDAH se puede catalogar en 3 subtipos los cuales son, predominantemente inatento, predominantemente activo-impulsivo y por último el combinado, donde el grado de intensidad de estos síntomas van a depender del subtipo de TDAH que presentan los niños/as. Actualmente el tratamiento más utilizado es a través de la farmacoterapia, sin embargo, hay otras formas de tratamiento que pueden servir de complemento al tratamiento farmacológico, como lo es el ejercicio físico aeróbico.

Los niños/as diagnosticados con TDAH pueden ver afectado su desarrollo de la corteza frontal. Desde el punto de vista de la neurociencia, esta alteración en el desarrollo de la corteza frontal en los niños/as diagnosticados con TDAH generan una hiperactivación de los circuitos frontoestriatales, fronto límbicos y frontoparietal. La hiperactivación del circuito frontoestriatal ocurre durante las tareas del control inhibitorio, lo que genera una incapacidad de controlar respuestas impulsivas por parte del niño. Por otra parte, una hiperactivación del circuito fronto límbico conlleva a una deficiencia en la recaptación de dopamina y norepinefrina, lo que afecta directamente en la modulación del sistema de recompensa en el niño. Por último, una hiperactivación de la red frontoparietal va a provocar una disminución de la activación del sistema de atención dorsal y ventral. Esto va a generar deficiencias en la atención mantenida y selectiva. Estos síntomas pueden traer como consecuencia una baja en los logros y en el rendimiento académico.

Frente a las consecuencias anteriormente mencionadas, existen terapias coadyuvantes a la terapia farmacológica, como lo es el ejercicio físico. Se ha visto que los niños/as con diagnóstico de TDAH que han sido sometidos a un programa de ejercicio físico aeróbico presentaban cambios positivos en la plasticidad cerebral a través de un proceso de neurogénesis, neuroadaptación y procesos neuroprotectores. Junto con esto, el ejercicio aumenta el flujo sanguíneo a distintas partes del cuerpo, dentro de las cuales se encuentra el cerebro. Por último, el ejercicio físico aumenta los niveles de factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF), lo cual facilita los procesos de atención, inhibición, aprendizaje y emociones.

En la actualidad, gracias a la creación de nuevos aparatos tecnológicos, los niños/as han sido una parte de la población que más ha hecho uso de estos aparatos, debido a que encuentran llamativas sus características. Es por esto que la implementación de la tecnología ha sido un gran aporte para facilitar la comprensión de distintos temas en el ámbito académico, sin embargo, a pesar de ser un aporte, estos aparatos pueden ser perjudiciales para la población, ya que en muchas ocasiones se puede hacer un sobreuso de estos dispositivos. Es por esto que

muchos investigadores han estudiado si podría ser beneficioso un tratamiento complementario con el uso de aparatos/dispositivos tecnológicos para los niños/as diagnosticados con TDAH.

¿Es válida la creación de una app de ejercicios físicos para dispositivos móviles dirigidos a niños/as diagnosticados con TDAH?

Marco teórico

1. Crecimiento y desarrollo biopsicosocial normal en niños.

El desarrollo y crecimiento de los niños incluye diversos cambios, ya sean físicos, sociales, emocionales e intelectuales, los cuales van madurando a distintas velocidades dependiendo la cantidad y calidad de los estímulos que se le presenten a los niños desde las edades más tempranas, así como también, esta velocidad de desarrollo y crecimiento puede verse potenciada por factores previos al nacimiento, como por ejemplo la nutrición durante el embarazo de la madre, y los hábitos que ella mantenía durante el embarazo. Si bien, es difícil definir lo que es una condición de “normalidad” en un niño respecto a los demás. En general la maduración de los diversos sistemas del niño, en especial los que involucran el área neurológica se da en los primeros años de vida (1).

2. Trastorno por déficit de atención e hiperactividad.

El trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) es uno de los trastornos más comunes que se presentan y diagnostican durante los inicios de la vida escolar de la gran mayoría de los niños alrededor del mundo. Este trastorno ha sido reconocido como uno de los trastornos que duran gran parte de la vida de las personas que lo padecen y continúa siendo uno de los trastornos más estudiados y aún así genera varias controversias en torno a las características de los usuarios, la edad en la que es correcto y acertado diagnosticar este trastorno, además de que uno de los puntos que más genera controversia y focos de estudio es respecto a cuál es el mejor tratamiento para controlar las características clínicas del trastorno de la forma más óptima y menos dañina para la salud de los usuarios (2).

En un principio se pensaba que el trastorno provenía de una experiencia ligada a daño cerebral, pero a medida que aumentaron los estudios respecto al trastorno se fue esclareciendo que habían otros factores que podían influir en la aparición del trastorno en los niños, como lo eran la nutrición y hábitos de la madre durante el embarazo. A lo largo de los años el concepto, las características y los tipos del trastorno fueron sufriendo modificaciones, las cuales quedan registradas en el Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM), en la quinta edición de este manual, los tipos fueron cambiados por “manifestaciones”, esto porque la subcategorización de los usuarios no es permanente o constante en su vida, debido a que puede cambiar con la edad y desarrollo del mismo. Uno de los aspectos característicos del TDAH es

el deterioro del desarrollo de las funciones ejecutivas, y en los procesos cognitivos autorregulados principalmente, representados en los lóbulos prefrontales del cerebro.

Las funciones ejecutivas permiten a las personas regular su comportamiento, mantener el autocontrol de sus emociones e impulsos, las respuestas inhibitorias, la orientación a objetivos y la memoria de trabajo. Estas funciones pueden verse afectadas en el TDAH, las cuales en los niños del primer ciclo escolar presentan consecuencias negativas como deficiencias en el rendimiento académico, siendo este el principal motivo de alerta y consulta por parte de los padres o cuidadores del niño. Estudios recientes han demostrado que los niños tienen dificultades en la modulación de sus circuitos neuronales que participan activamente en el control de la acción; es por eso que la motivación juega un rol importante en los niños/as diagnosticados con TDAH ya que por medio de esta vía, junto con el sistema de recompensa al mantener una atención continua, pueden ser eficaces para mejorar el equilibrio entre redes excitadoras e inhibitorias y pueden interactuar sinérgicamente con psicoestimulantes para lograr que los niños con TDAH puedan desempeñarse al mismo nivel que aquellos sin trastorno de atención que modula lo que aprenden del ambiente (3).

2.1 Tipos de trastorno por déficit de atención e hiperactividad.

El TDAH se clasifica en 3 tipos; el primero es un TDAH de carácter inatención en el cual su principal característica se basa en la afectación en las actividades sociales y académicas/laborales. La detección de este tipo de trastorno requiere la identificación de 5 o más síntomas que le puede presentar al niño entre los cuales tenemos la falta de atención o la dificultad de esta, dificultad de organizar tareas, no escuchar órdenes o distraerse fácilmente con estímulos externos durante al menos 6 meses. El segundo tipo de trastorno se le denomina hiperactividad e impulsividad y al igual que el primero debe cumplir al menos 6 o más síntomas que haya mantenido durante al menos 6 meses entre los cuales tenemos juguetea o golpea con su manos, que se levante en situaciones que no debiese, corretea o trepa en situaciones no debidas, que hable excesivamente y que se le hace difícil esperar su turno. Este tipo de trastorno afecta principalmente las actividades sociales y académicas/laborales. Por último el tercer tipo de trastorno es el combinado en el que mezcla ambos tipos que se ha manifestado durante al menos 6 meses (4).

2.2 Escenario actual sobre el trastorno por déficit de atención e hiperactividad.

Se estima que el Trastorno déficit atención e hiperactividad tiene una prevalencia de 5,9 a 7,1% en niños y adolescentes y un 5% en adultos jóvenes a nivel mundial y a nivel nacional de un 10% (5). Se presenta con una frecuencia de 3:1 siendo los niños los más propensos a padecer comparado con las niñas (6).

2.3 Factores que hacen más propensos a los niños a desarrollar el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad.

Actualmente se desconoce la etiología del TDAH. Aún así existen diversas teorías y posturas respecto al origen de este trastorno. Algunos estudios describen que la etiología del TDAH se puede deber a factores genéticos con una alta heredabilidad (7), sin embargo, niega la posibilidad de que las causas sean biológicas o de carácter hereditarios, debido a que señalan que las conductas impulsivas e hiperactivas junto con la inatención se deben, más que por factores biológicos, por episodios de trauma o estrés en las primeras etapas de vida de los niños, lo que gatilla estas conductas (8). Por otra parte, se afirma que el TDAH es multifactorial, siendo provocado tanto por factores genéticos como por factores ambientales (9). Una de las causas que se asocia para padecer TDAH es el hábito tabáquico en la madre durante el periodo gestacional; se estableció una correlación positiva entre el hábito tabáquico por parte de la madre y trastorno deficit de atencion e hiperactividad en la descendencia (10).

2.4 Manifestaciones clínicas del trastorno por déficit de atención e hiperactividad.

Los niños que padecen TDAH presentan ciertas manifestaciones clínicas, las cuales pueden ser falta de atención, hiperactividad e impulsividad. Asociado a esto, los niños pueden presentar desequilibrios emocionales aumentando los riesgos de tener depresión en la etapa de adulto joven, se expone que los niños que presentan TDAH de tipo inatento son más propensos a manifestar una mayor dificultad social, ansiedad o depresión (11); en comparación con los de tipo combinado (3). Además, pueden adoptar actitudes desafiantes y comportamientos conflictivos con sus pares y cuidadores (12) y en menor medida existen probabilidades de que en los inicios de la adolescencia y más adultas se genere una tendencia al abuso de alcohol y otro tipo de drogas (13). La DSM-V señala que estas manifestaciones pueden generar un deterioro funcional negativo en la calidad de vida del niño lo que genera repercusión en el bienestar psicológico, social y académico. Otros factores que influyen en las manifestaciones

clínicas del TDAH es la nutrición, un patrón dietético poco saludable como lo es el consumo de azúcar, sal, grasas saturadas y totales con respecto al bajo consumo de granos enteros, pescado, frutas y verduras. Tiene como consecuencia un aumento en la sintomatología del trastorno déficit de atención e hiperactividad (14).

Otras de las posibles causas que conllevan a manifestar el trastorno déficit de atención e hiperactividad en el niño es el sobreuso de tecnologías en las noches. Se ha estudiado de que el alto uso de televisión, redes sociales, videos juegos, internet en horas imprudentes, es decir, después de las 9 de la noche ocasiona en el niño una disminución de las horas y calidad del sueño, provocando que el niño tenga menos horas de descanso y asociado a esto se presenten síntomas de ansiedad, depresión, crisis de pánico, todo esto afectando el ciclo circadiano en las horas de la tarde del día (15).

3. Alteración de los circuitos cerebrales en niños con trastorno por déficit de atención e hiperactividad.

El TDAH se caracteriza por un cuadro de hiperactividad asociado a conductas agresivas por parte del niño acompañado con el desinterés. La principal terapia para minimizar estos comportamientos es a través del tratamiento farmacológico, siendo el fármaco más conocido el metilfenidato. Con el pasar de los años se ha descubierto que estos comportamientos y el tratamiento farmacológico están íntimamente relacionados con las estructuras neuronales a nivel cerebral. Estas estructuras reciben el nombre de circuitos cerebrales que se cree que gobiernan el sistema de recompensa y que se dividen en mesolímbicas y mesocorticales que comprenden el mesencéfalo, estriado ventral, corteza cingulada anterior (ACC) y corteza orbitofrontal (OFC) respectivamente (16).

Como se ha visto en numerosos estudios, los circuitos cerebrales se caracterizan principalmente por la comunión de redes neuronales en la región cerebral y que tienen como principal función la activación del sistema de recompensa. Este sistema se caracteriza por la sensibilidad de la recompensa a nivel de hormonas como la serotonina, que generan una sensación de bienestar y logro, la cual se divide en 2: externa e interna, siendo la externa definida como la motivación basada en la respuesta de la recompensa o la búsqueda de la recompensa. Por otra parte, la interna es definida como la regulación a través del umbral del sistema nervioso para responder a la recompensa modulada por el sistema nervioso simpático, núcleo accumbens, circuito

fronto-estriatales ricos en dopamina (17). Estas redes se dividen en fronto-estriatal, fronto-parietal y fronto-cerebelar las cuales representan los distintos dominios cognitivos en el niño, lo que tiende a ser afectado por el TDAH, trayendo consigo una disminución en la inhibición frente a estímulos externos, en atención y percepción del tiempo de dichos dominios. Esta afección trae consigo consecuencias en la maduración cerebral produciéndose un retraso especialmente en regiones que maduran progresivamente con la edad, adoptando un perfil inmaduro de activación funcional cortical en las regiones frontal, superior temporal y parietal del niño con el pasar del tiempo (3).

3.1 Alteración de las funciones ejecutivas.

Otros estudios afirman que existe una alteración de los circuitos fronto-estriatal, fronto-límbico y fronto-parietal afectando principalmente los patrones de conectividad interregional funcional, tanto durante el reposo como durante una actividad que implique ciertas tareas cognitivas. La alteración del circuito fronto-estriatal corresponde a una hipoactivación del mismo, la cual se presenta durante la realización de las tareas del control inhibitorio, al ocurrir esta hipoactivación genera una incapacidad de poder controlar las acciones de carácter impulsivas por parte del niño. La alteración en el circuito fronto-límbico se traduce en una hipoactivación del mismo, lo que trae como consecuencia una deficiencia en la recaptación de dopamina y norepinefrina, lo que afecta directamente la modulación del sistema de recompensa del niño. Por último la alteración del circuito fronto-parietal también corresponde a una hipoactivación de este circuito; lo que generará una disminución de la activación del sistema frontal y dorsal lo que provocará una menor capacidad en la mantención de la atención mantenida y selectiva (18).

4. Impacto en el desarrollo biopsicosocial durante la etapa escolar de los niños asociadas al trastorno por déficit de atención e hiperactividad.

Diversos estudios señalan el gran impacto que puede traer sobre las personas que padecen el TDAH en aspectos de socialización, emocionales y de conducta. En el caso de las conductas que van desarrollando los niños con TDAH en su infancia y en la etapa de preadolescencia, pueden llegar a ser de carácter desafiante y agresivo, ya sea con sus pares, cuidadores u otra imagen de autoridad. Esta conducta desafiante puede llevar a los menores a un temprano consumo de alcohol, nicotina y otras sustancias que afectan negativamente el desarrollo y

progreso de los tratamientos para disminuir la sintomatología de este trastorno (19). Además otro punto a considerar es que el sobreuso o abuso de sustancias psicoestimulantes, como los usados en el tratamiento del TDAH, pueden llevar no solo a una intoxicación debida a una mala administración o baja supervisión por parte de los cuidadores (20), sino que también están directamente relacionados con la conducta agresiva que va adquiriendo el niño, la cual en edades un poco más avanzadas se ven aumentadas e influenciadas por el consumo de alcohol y otras sustancias (21). Sin embargo, se han llevado a cabo estudios que han investigado las diferencias de género y el rol de la variabilidad genética en la agresividad proactiva o reactiva en sujetos sanos; los resultados mostraron que las señales de las vías dopaminérgicas, neuroendocrinas y de la serotonina se ven implicadas principalmente en la agresividad reactiva de mujeres más que en hombres, debido a la constante frustración interna al no cumplir con las metas u objetivos académicos (22).

A nivel emocional, el impacto en el niño que padece el trastorno corresponde a que puede generar un patrón depresivo, el que puede manifestarse a lo largo de las distintas etapas de la adolescencia. Dentro de esta la edades más afectadas se encuentra entre los 15-16 años, de todas formas se ha visto que en edades más tempranas comprendidas entre los 11 y 12 años empiezan a aparecer los primeros síntomas depresivos con una predominancia de un 13% del sexo masculino sobre el femenino. Entre los síntomas depresivos más destacados asociados al TDAH son debido a el bajo rendimiento académico, donde el niño da respuestas como “no quiero ir al colegio, no me divierto en clases”. Además es frecuente que en este síntoma de características depresivas se encuentra la aparición emociones como la tristeza en el niño efectuando respuestas que se traducen en frases como: “siento que nadie me quiere”, “la mayoría de las veces me siento solo”, “siento que nadie me entiende” llevando a que la depresión se vaya acrecentando en edades más adultas (23).

5. Estrategias de tratamiento para el manejo del trastorno por déficit de atención e hiperactividad.

Dado el comportamiento y manifestaciones que presentan los niños con TDAH, es necesario adoptar distintos enfoques de tratamientos. Los padres de los niños diagnosticados con TDAH junto con el especialista deciden el enfoque de tratamiento, ya sea farmacológicos o no farmacológicos. El tratamiento farmacológico es la opción más común y de mayor

confiabilidad, debido a los efectos positivos que generan en los niños que padecen de este trastorno (3).

Estudios recientes han hecho énfasis en la utilización de nuevos fármacos aparte de los ya mencionados. En este estudio se menciona a la Guanfacina de liberación prolongada (GXR) por sus siglas en inglés como parte del tratamiento para el trastorno déficit atención e hiperactividad en el cual tiene como fin la combinación con lisdexanfetamina y la guanfacina con el objetivo de aminorar los comportamientos y sintomatología de inatención, hiperactividad e impulsividad en el niño. (24).

5.1 Tratamiento farmacológico utilizado para aminorar los efectos del trastorno por déficit de atención e hiperactividad.

Diversos estudios de meta-análisis han evaluado y confirmado la eficacia de los tratamientos farmacológicos, no farmacológicos y tratamientos combinados para el correcto manejo del TDAH. La evidencia apoya claramente a la eficacia a corto plazo de los tratamientos farmacológicos pero los resultados que defienden la eficacia a largo plazo de la utilización de medicamentos no son concluyentes. Aun así, el tratamiento farmacológico sigue siendo el principal cuando se habla de TDAH. Los dos medicamentos que son ampliamente utilizados son el Metilfenidato y la Atomoxetina (25).

El Metilfenidato es un medicamento sintético estimulante que actúa a nivel del sistema nervioso central, inhibiendo los receptores de dopamina y norepinefrina. Al inhibir estos receptores, se activa el sistema de excitación del tronco encefálico, el cuerpo estriado y la corteza prefrontal cerebral, generando un efecto de estimulación que, clínicamente, mejora las funciones cognitivas (25). Sus formatos comerciales más utilizados y reconocidos son el “Concerta” y el “Ritalin” (en sus 4 variantes). El metilfenidato es un medicamento que puede generar sensibilización del sistema como consecuencia de un desorden en el horario de ingesta, o un alto consumo, ya sea en dosis o periodos de tiempo, generará que el metilfenidato no trate la sintomatología.

Otro de los medicamentos más utilizados corresponde a la Atomoxetina o comercialmente llamado “Strattera”. Este aumento de la dosificación o aumento en el periodo de tratamiento puede generar efecto negativos en quien consuma este medicamento provocando episodios de

ansiedad, nerviosismo, disminución del apetito, dificultad de conciliar el sueño o de mantenerlo, aumento en la sudoración, movimiento incontrolable de alguna parte del cuerpo, y en casos de largos periodos de uso puede producir envenenamiento. Estudios recientes realizados por la Central de Control de Drogas de EE.UU en el que las llamadas a urgencias, por envenenamiento relacionado consumo de metilfenidato y otros medicamentos usados en el tratamiento del TDAH, aumentaron en un 134%, y los pacientes presentaban taquicardia, hiperreflexia, confusión y alucinaciones al momento de realizarles la evaluación (20). Incluso el sobreuso puede generar un aumento en las probabilidades de dependencias del alcohol o drogas más fuertes (21). Frente a esto, es necesario acudir donde el terapeuta tratante del caso para que éste regule la dosificación del medicamento es un inhibidor del transportador 1 de norepinefrina y actúa previniendo la recaptación de la norepinefrina, aumentando su efecto en todas las regiones cerebrales, además de aumentar la neurotransmisión de la dopamina especialmente en la corteza prefrontal, lo que es beneficioso ya que en esta zona hay pocos transportadores de dopamina. (25). La Atomoxetina se utiliza como parte de un programa integral que tiene el objetivo de incrementar los niveles de atención en el paciente en sus diversas actividades, además de disminuir los niveles de hiperactividad. Dentro de los efectos negativos de la atomoxetina en comparación con el Metilfenidato, se incluyen anorexia, náuseas, somnolencia, mareos y vómitos, la mayoría de los cuales fueron de una gravedad leve a moderada. Los pacientes tratados con Atomoxetina experimentaron una ganancia de peso pequeña pero significativamente superior que los pacientes tratados con Metilfenidato. Según estos resultados, la Atomoxetina parece no ser inferior al Metilfenidato con respecto a la mejoría de los síntomas de TDAH en pacientes pediátricos ambulatorios. No obstante, aunque ambos fármacos fueron bien tolerados, la atomoxetina se asoció con una mayor incidencia de efectos adversos emergentes que el metilfenidato (26).

Si bien el uso de medicamentos es la primera opción de tratamiento, existen diversas terapias no farmacológicas, las cuales son adoptadas por un 12-64% de las familias que tienen relación con el TDAH. Dentro de estas terapias encontramos por ejemplo una modificación de la dieta, donde se implementan ácidos grasos esenciales, los cuales son beneficiosos para la reducción de los síntomas en los niños, sin embargo, tienen un efecto pequeño y deben ser implementados durante un tiempo no menor a 3 meses. Otro tipo de terapia implementada es la terapia conductual, donde se busca modificar el ambiente físico y social para poder generar un cambio en la conducta del niño que padece el trastorno. El rol de los padres en este tipo de terapia es fundamental, ya que deben aplicar recompensas y consecuencias para regular la conducta de

sus hijos. Esta terapia es muy útil cuando se combina con tratamiento farmacológico (3). Otro tipo de terapia que trae muy buenos resultados para disminuir los síntomas es el ejercicio.

6. Tratamiento no farmacológico en el manejo del trastorno por déficit de atención e hiperactividad.

Uno de los tratamientos de intervención más utilizados para el manejo de los síntomas asociados al TDAH es el farmacológico recetado por parte de los psiquiatras, sin embargo, también se ha demostrado que el ejercicio físico puede aminorar los síntomas, junto con potenciar las funciones ejecutivas en el niño, por lo que es una buena estrategia para disminuir los costos que conlleva el tratamiento farmacológico. Estudios recientes señalan que el ejercicio físico está relacionado íntimamente con la neuroplasticidad, lo cual es un componente importante que gatilla la planificación de nuevos patrones de movimientos en la persona, por lo que el ejercicio físico además de potenciar cambios estructurales a nivel cerebral también potencia la liberación de factores neurotróficos como la BDNF periférico favoreciendo el aumento de las funciones ejecutivas por lo que la persona tiende a mejorar la memoria, los procesos de atención y el control frente a situaciones que se le presentan (27).

El ejercicio físico se define como la actividad física planeada, estructurada y repetitiva, donde su principal función es mantener una correcta salud física por parte de la persona. El ejercicio está clasificado en dos categorías, en primer lugar tenemos el ejercicio de carácter aeróbico y en segundo lugar el ejercicio de carácter anaeróbico, por lo que podemos encontrar distintas actividades físicas como por ejemplo correr, caminar, nadar, ciclismo, ejercicio con pesas conocido como musculación. La gran diferencia que los separa es la intensidad en que se practique cada actividad. Sin embargo, el ejercicio físico también se clasifica según la duración caracterizado por tres categorías, en las cuales encontramos esfuerzo explosivo, esfuerzos de alta intensidad, endurance (de resistencia). Mediante las distintas intensidades de ejercicio que uno aplique, se estimula al encéfalo, teniendo la capacidad de adaptarse debido a que se empieza a crear circuitos neuronales sobre los ya existentes mejorando el patrón de movimiento, por lo que este concepto se le conoce como neuroplasticidad. La neuroplasticidad se caracteriza por tener la capacidad de tener una forma estructural y una sináptica, siendo la estructural formado por el proceso de neurogénesis, por alteraciones numéricas y morfológicas de las espinas dendríticas, por su parte la neuroplasticidad sináptica está caracterizado por el fortalecimiento, adelgazamiento y de la remodelación sináptica existente (28).

6.1 Beneficios del ejercicio físico aeróbico en niños con diagnóstico de trastorno por déficit de atención e hiperactividad.

Dentro de los distintos tipos de ejercicios que podemos encontrar, el ejercicio aeróbico es uno de los que más beneficios trae en relación al TDAH. Diversos estudios han demostrado que la realización periódica de ejercicio físico de intensidad moderada pueden generar una mejora en el control inhibitorio, el desempeño académico, en los niveles de atención y concentración, y en las habilidades sociales y los síntomas conductuales en niños con TDAH (29).

El hacer ejercicio físico aeróbico dirigido por un profesional ha demostrado tener efectos beneficiosos para las personas, ya que disminuye el riesgo de padecer enfermedades no transmisibles, ayuda a mantenerse sano, entre otras. Sin embargo, la realización de ejercicio físico aeróbico ha sido bien estudiado en niños con TDAH, teniendo como resultados una disminución de los síntomas que presentan los niños con este trastorno. Se demostró que tras realizar una intervención en niños de 5-15 años con diagnóstico de TDAH de seis semanas, con una frecuencia de dos días de entrenamiento a la semana, con una duración de una hora y una intensidad media-alta (60% VO₂ máx), en donde los primeros diez minutos se realizó un calentamiento, seguido de treinta minutos de juegos aeróbicos y finalizando con una vuelta a la calma de cinco minutos tenía efectos positivos en el aumento de la calidad de atención medida con la Escala de Magallanes de atención visual (9).

De igual forma, otros estudios afirman que la realización de ejercicio físico de moderada a elevada intensidad (65-85% de la frecuencia cardíaca máxima estimada) aplicada en un total de 40 niños (divididos dos grupos: control e intervención) diagnosticados con TDAH de entre 7-11 años de edad que consistía en caminar, correr en treadmill, saltos y juegos con balón en un total de 24 sesiones durante 8 semanas, 3 días a la semana mejoraba algunos aspectos de las funciones ejecutivas y el control inhibitorio, gracias a que el ejercicio puede generar cambios positivos en la plasticidad cerebral a través de neurogénesis, una neuroadaptación y procesos neuroprotectores. Además el ejercicio incrementa el flujo sanguíneo hacia el cerebro, estimulando la liberación de catecolaminas tales como la dopamina, la epinefrina y la norepinefrina. Junto con eso, el ejercicio estimula las áreas prefrontales y parietales de los niños. Por último, el ejercicio aumenta el nivel de la BDNF facilitando los procesos de atención, inhibición, aprendizaje y emociones, ayudando también en la liberación de dopamina. A raíz

de esto, el ejercicio puede influenciar de forma directa e indirecta en el sistema de catecolaminas, aumentando sus niveles y así generando mejoras visibles tanto en el comportamiento como en el rendimiento escolar de los niños (30).

Como se ha visto en los diversos estudios, la práctica de ejercicio físico trae beneficios en la salud en la persona, en especial el ejercicio de carácter aeróbico en el cual demuestra un potenciamiento en la neuroplasticidad. Esto permite la formación de nuevas conexiones que favorecen a que el niño pueda responder de mejor forma frente a los desafíos en el ámbito educativo. Es por esto, nos propusimos como grupo a investigar esta área, profundizando de mejor manera el tema de ejercicio físico con el fin de generar una nueva alternativa de adoptar un tratamiento que permita mejorar su rendimiento académico sin la necesidad de un tratamiento farmacológico que a grandes rasgos tiende a generar complicaciones financieras en padres que a largo plazo tienden a dejar.

7. Uso de la tecnología en el tratamiento del trastorno por déficit de atención e hiperactividad.

En la actualidad es sabido que las personas de distintas edades poseen o tienen acceso a uno o más dispositivos tecnológicos, siendo los niños a los que les resultan más llamativos e interesante lo que genera que sean más propensos a sobreutilizar estos dispositivos. Dentro de la amplia gama de aparatos tecnológicos, el teléfono celular o smartphone es el más popular, de fácil acceso y el más llamativo para los niños, quienes pueden destinar varias horas al día a su uso, ya sea en juegos, videos u otras aplicaciones de interés para el niño. Se ha demostrado que los niños que comienzan a utilizar tecnología con fines educativos en rango de edad de 6 años, presentan mejores resultados académicos que aquellos niños que comienzan a utilizar en edades posteriores. Sin embargo en la gran mayoría países latinoamericanos los efectos que producen que los niños tengan acceso a internet y tecnología a edades menores de los 6 años, tienen una efecto negativo en el rendimiento académico en el área de ciencias; no obstante Chile destaca por ser el único país de la región con efectos positivos y significativos en relación al uso temprano a recursos digitales e internet en el rendimiento académico en el área de ciencias. Estos resultados se obtuvieron a raíz de una evaluación realizada a todos los países participantes de PISA 2015 (31).

El aparato tecnológico más utilizado por los niños es el celular, principalmente los de tipo smartphone o teléfono inteligente. Dentro de las variedades de estos teléfonos los más populares son los que tienen sistemas operativos Android o iOS. Los distintos sistemas operativos tienen cada uno cualidades y características propias las cuales influyen a la hora de preferir uno por sobre el otro, dentro de estas cualidades podemos encontrar la velocidad de procesamiento, y las distintas aplicaciones específicas para cada una de las necesidades del consumidor.

7.1 Uso de aplicaciones móviles para el tratamiento del trastorno por déficit de atención e hiperactividad.

La tecnología es una herramienta factible que se puede utilizar en la intervención en aquellos niños que padecen TDAH con el propósito de potenciar las funciones ejecutivas. Se ha visto que en una intervención de tratamiento con realidad virtual demuestran cambios significativos, viéndose aumentada la memoria, velocidad de procesamiento en los participantes (32).

Estudios afirman que el uso de aplicaciones móviles (apps) pueden tener resultados beneficiosos como un método no farmacológico coadyuvante para el tratamiento de distintas patologías neurológicas (como en el caso del TDAH), sin embargo, es necesario que los desarrolladores de las apps conozcan cuáles son las necesidades de los niños para que así éstas sean tratadas de la mejor forma (33).

Dentro de las apps que se encuentran en tiendas digitales para el tratamiento del TDAH como es el caso de iOS, Google Play, entre otras. Muchas de estas aplicaciones fueron diseñadas para el tratamiento o evaluación de los síntomas de este trastorno, sin embargo, muy pocas de estas apps contenían información sobre su desarrollo o de su eficacia para el tratamiento. Dentro de las apps que se encuentran dentro de las tiendas digitales podemos encontrar distintas funciones, como por ejemplo: Seguimiento y adherencia al tratamiento farmacológico, entrenamiento en habilidades organizativas, entrenamiento cognitivo, psicoeducación y neurofeedback. Dada la preferencia de la población infantil por el uso de aparatos tecnológicos, las apps pueden ser un tratamiento no farmacológico muy útil para colaborar en la disminución de los síntomas en niños con TDAH, siempre y cuando no represente una demanda de tiempo muy grande (34).

En un caso reporte, se investigó el caso de un niño de 10 años que presentaba TDAH. Los padres del niño no presentaban historial médico que fuera relevante para el caso. Cabe destacar que el niño le dedicaba 4 horas diarias al uso de videojuegos, lo que afectó su rendimiento académico, por lo que fue tratado con metilfenidato (40 mg por día). En este caso se implementó la app móvil “ADHD trainer”, la cual consistía en un entrenamiento diario de carácter cognitivo durante 10 minutos, acompañado del tratamiento farmacológico de metilfenidato. Durante el primer mes el niño jugaba un máximo de 4 horas videojuegos, luego de un par de semanas utilizando la app enfocada en entrenamiento cognitivo, se informaron disminuciones del tiempo destinado a videojuegos por parte del niño. Al cabo de 2 meses las horas que destina a videojuegos disminuyó considerablemente, limitándose a jugar solo los fines de semana. Al cumplir 6 meses utilizando la app, tanto los padres como los maestros señalaron que el niño había tenido una mejora bastante considerable en relación a sus conductas y sus resultados académicos (35).

Como ya se ha visto, los niños con TDAH dedican una gran cantidad de horas al uso de aparatos tecnológicos, como es el caso de celular, videojuegos, computador. Esto deja una clara disminución en las horas de descanso y que a su vez está relacionado a un mal rendimiento académico. Debido a esta situación, la implementación de una aplicación para dispositivos móviles que tenga por función entrenar físicamente a los niños que presentan TDAH puede ser altamente beneficioso, esto porque permitirá modular los niveles de hiperactividad y junto con esto potenciar el aprendizaje, permitiendo establecer un aumento en la capacidad de atención, memoria, inhibición en el niño (36), los cuales contribuirán a la modulación de la sintomatología característica del TDAH. De esta forma habrá un equilibrio entre el tratamiento farmacológico y el no farmacológico. (36). Frente a un escenario como este, donde existe una gran cantidad de niños diagnosticados con TDAH y que muchas veces el único tratamiento al que acuden es al farmacológico, ya que no conocen los beneficios de los tratamientos no farmacológicos. Actualmente, se ha estado innovando en el área de tratamiento no farmacológico, con el fin de hacerlo más atractivo para los niños y en un formato amigable y conocido, como es el caso de la tecnología, es por esto que es necesaria la implementación de una tecnología que sea accesible, innovadora, y que potencie habilidades del niño con el fin de disminuir los síntomas asociados a este trastorno.

Hipótesis.

La creación de una aplicación para dispositivos móviles de ejercicios físicos aeróbicos podrá ser validada como tratamiento para niños/as diagnosticados con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad con el fin de contribuir al tratamiento farmacológico.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Crear una aplicación para dispositivos móviles de ejercicios físicos aeróbicos, dirigida para el tratamiento de niños/as diagnosticados con TDAH.

Objetivos específicos:

- Desarrollar un prototipo funcional de la aplicación móvil con un protocolo de ejercicios físicos aeróbicos para niños/as entre 8-12 años diagnosticados con TDAH.
- Elaborar un programa de entrenamiento físico aeróbico para la aplicación móvil.
- Validar el protocolo de ejercicio físico aeróbico para la aplicación para dispositivos móviles.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Elaboración del programa:

La primera fase de este proyecto consistió en la ideación de un plan de ejercicios físicos aeróbicos a realizar en el domicilio, los cuales fueron un total de 9 ejercicios seleccionados a partir de las distintas recomendaciones de la American Heart Association (AHA), World Health Organization (WHO), American College of Sports Medicine (ACSM). Luego de haber desarrollado la idea, se procedió a crear una planificación por medio de un cronograma, respecto a que días se realizaban los ejercicios y cuánta sería la duración de cada nivel, los cuales se determinaron en 3 días a la semana de uso de la aplicación, siendo lunes, miércoles y viernes los días en los cuales se utilizará la aplicación y martes, jueves, sábado y domingo días destinados a la recuperación y descanso. Dentro del proceso de planificación se seleccionaron los ejercicios que serían parte de la aplicación, y junto con esto se realizó la adaptación de algunos de los ejercicios a juegos, con el fin de estimular un mayor adherencia al proyecto por parte de los niños. Una vez elegidos los ejercicios y haber creado la planificación semanal para realizarlos, se procedió a grabar los videos en conjunto con recomendaciones para tener presentes durante la realización de estos (cada ejercicio con su respectiva recomendación). Una vez grabados los videos, se comenzó a diseñar la aplicación para dispositivos móviles en la página web www.mobincube.com. Para su diseño, se debió esquematizar el número de pantallas necesarias a ocupar, resultando ser un total de 26, que fueron distribuidas en: registro a la aplicación, inicio de la aplicación, 3 niveles con 4 ejercicios, 2 talk test, un reconocimiento por haber terminado el nivel y un registro que completaron los padres para rectificar que hayan realizado el ejercicio por cada nivel.

Lo siguiente que se llevó a cabo fue el proceso de incorporación de la aplicación “Concentralyon” a la comunidad de desarrolladores de la plataforma Google Play Console, que permite a los desarrolladores de distintas aplicaciones y juegos incorporar sus aplicaciones a la plataforma Google Play o Play Store, compatible solo con los sistemas operativos Android. Esto se realizó con la finalidad de que la aplicación fuera accesible a los usuarios. Posteriormente se realizaron presentaciones explicativas a los padres de los usuarios, sobre el uso, funcionamiento y el objetivo de este proyecto a modo de poder resolver sus consultas, además de realizar el consentimiento informado para ser parte del proyecto. Una vez obtenido el consentimiento informado y el asentimiento de los niños, se comenzó con la implementación de la aplicación por un periodo de 3 semanas, comprendido entre el día 5 y 23 de octubre.

Finalizada la intervención, se le envió a las familias la encuesta sobre la percepción por parte de los padres y niños respecto a cómo fue su experiencia usando la aplicación.

2. Diseño de cuestionario:

Se creó un cuestionario que pudiera evidenciar las opiniones de los participantes en relación al uso de la aplicación. Para esto se consideraron aspectos como proceso de descarga, funcionalidad de la aplicación y preguntas orientadas a cada nivel dentro de la aplicación, en donde en primer lugar corresponde a la selección de respuestas múltiples para luego la realización de respuestas abiertas al final de cada categoría. En el cuestionario también se incluyeron aspectos relacionados a cada nivel de forma independiente, estos aspectos iban desde un punto de vista más técnico como lo son el audio y calidad de video de cada ejercicio, además de aspectos relativos a los ejercicios en sí, ya sea en la ejecución del ejercicio y si se presentaron o no dificultades al momento de tener que realizar los ejercicios luego de haber leído y escuchado las instrucciones. Otro aspecto importante fue el de evaluar si se respetaron las pausas destinadas al Talking Test, el cual se utilizó como medio de evaluar la intensidad de los ejercicios. El cuestionario contuvo dos preguntas iniciales para identificar quién respondió (nombre del usuario y correo electrónico del tutor legal), y veintiséis preguntas respecto a la utilización de la aplicación. Estas preguntas fueron de selección múltiple, de opción múltiple y de respuesta abierta.

RESULTADOS

1. Creación de la aplicación:

En una primera instancia se creó la aplicación, este proceso se dividió en distintas fases: La primera consistió en la creación de la pantalla de inicio con los niveles (ilustración 1), creación de las pantallas con los ejercicios por cada nivel (ilustración 3 y 4), creación de la pantalla del Talking Test (ilustración 6) y creación de la pantalla de registro de actividad (ilustración 9).

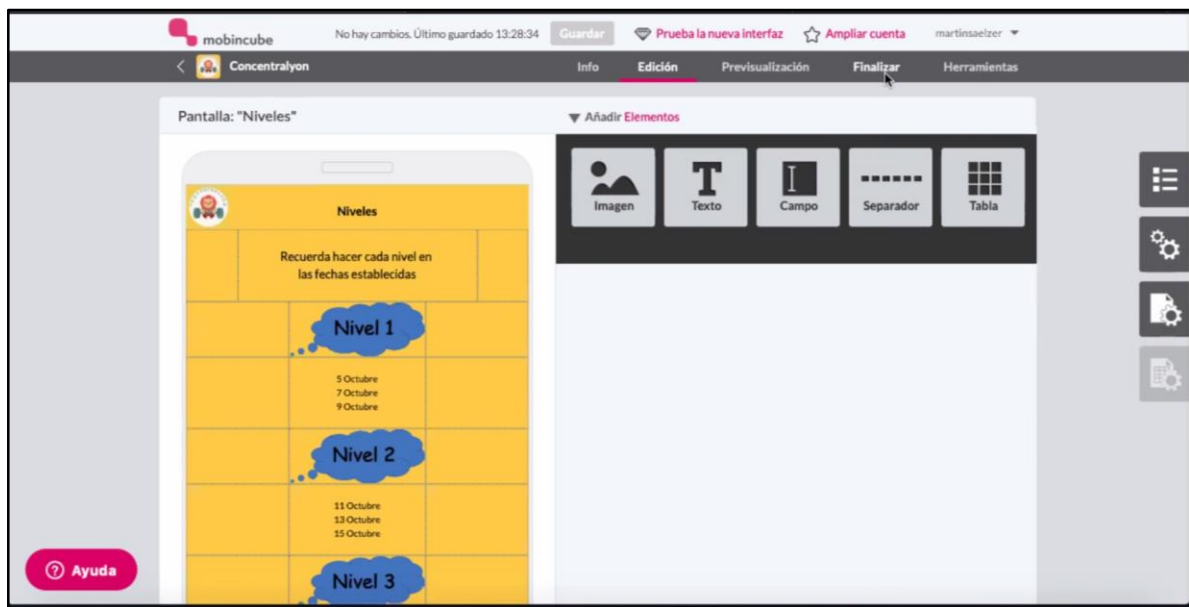


Ilustración 1: Proceso de creación de la pantalla de selección de niveles. Esta es la pantalla principal una vez iniciada la sesión en la aplicación. Cada uno de los niveles contiene 4 ejercicios, dos talk test (a la mitad y al final). Los niveles van progresando en la intensidad.



Ilustración 2: Pantalla terminada de la selección de niveles, con sus respectivas fechas de realización.

Uno de los pasos más relevantes en la creación de las pantallas de la aplicación, fue la estructuración y organización de las pantallas, ya que de esta forma se aseguró que las 26 pantallas tuvieran las mismas divisiones y los espaciados fueran simétricos entre cada pantalla. Junto con esto, se logró que las pantallas con videos quedaran todas en la misma posición y los textos correspondientes a las instrucciones del ejercicio. Este proceso lo podemos observar en las ilustraciones 3 y 4 respectivamente.

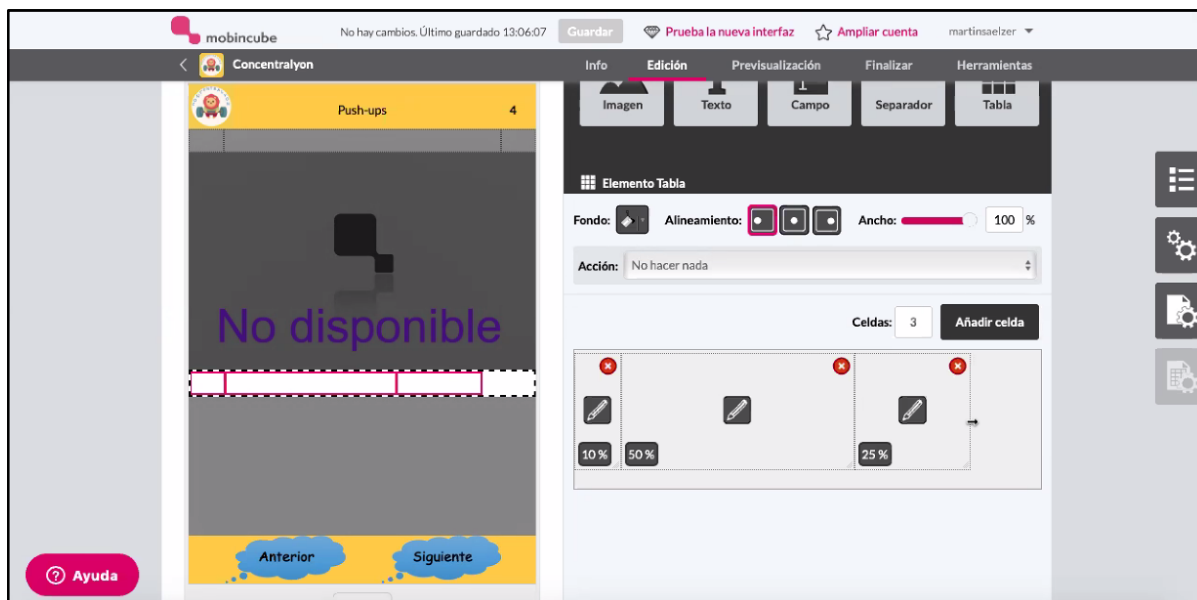


Ilustración 3: Proceso de la creación de pantalla del ejercicio “push ups”. Se aprecia el desarrollo de la pantalla de ejercicio en donde se da forma a las distintas casillas que contendrá el video, descripción, instrucciones.

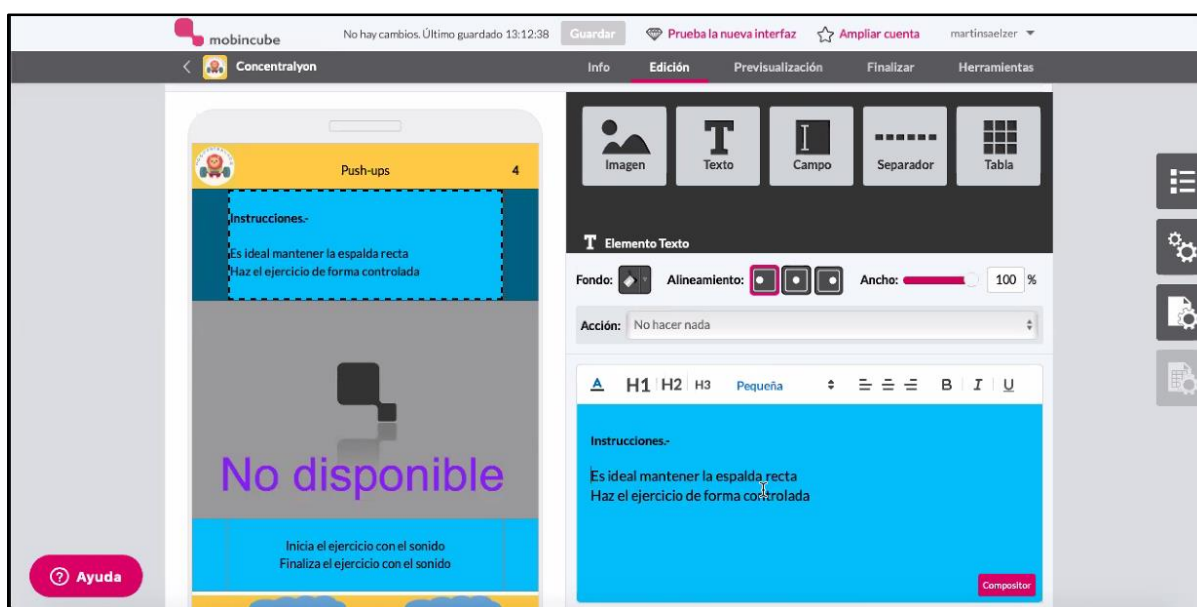


Ilustración 4: Proceso de creación de las pantallas que contienen las instrucciones de cada ejercicio (push-ups en este caso en particular), que permiten una mejor ejecución del movimiento con el fin de evitar posibles lesiones.

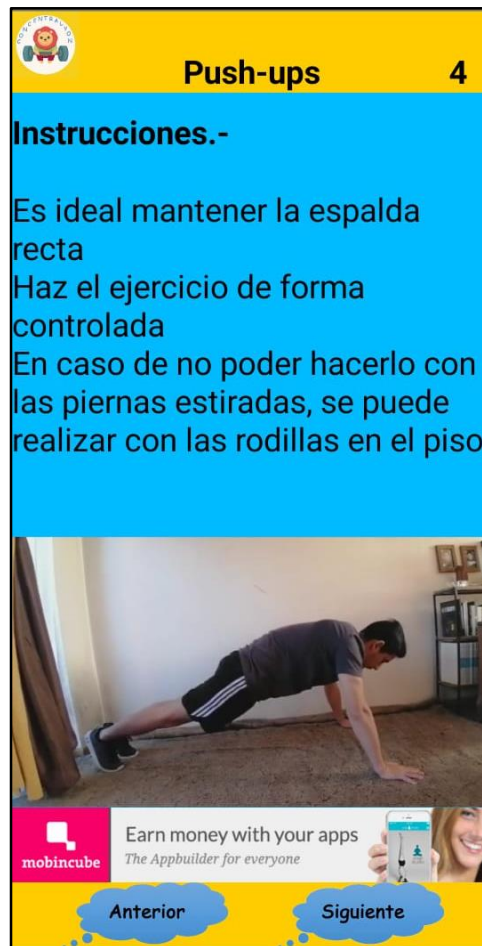


Ilustración 5: Pantalla final del ejercicio 'push-up'. En esta pantalla se muestra el resultado final de la pantalla correspondiente al ejercicio "Push-up", se observan las recomendaciones para realizar de mejor forma el ejercicio.

A continuación se muestra la pantalla correspondiente al "Talking Test" o "Test del habla", que tiene la finalidad de evaluar de forma más adecuada la intensidad en el cual se encuentran los usuarios. Por ejemplo, si eran capaces de decir el nombre completo de forma fluida es indicativo de que se está dentro del rango de intensidad requerida para considerar el ejercicio de carácter aeróbico y por debajo del 60% de su VO2 max. Por el contrario, si al decir el nombre jadeaba o tomaba pausas para recuperar el aliento era un indicador de que la intensidad del ejercicio está por sobre el umbral aeróbico. Esta pantalla aparece luego de 2 videos de ejercicios para evaluar el ritmo de trabajo.

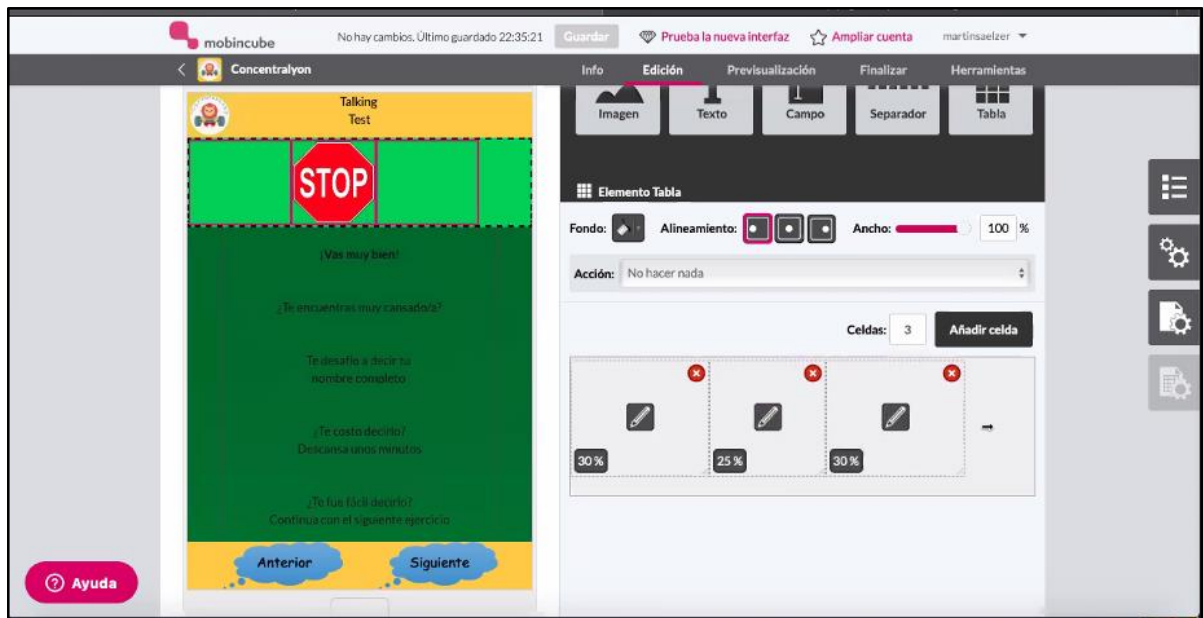


Ilustración 6: Proceso de finalización de la pantalla de Talking Test, fundamental para asegurar que los ejercicios se estén realizando de manera aeróbica. El Talking Test contiene frases tales como: ¡Vas muy bien!, te reto a decir tu nombre completo, entre otras.

Al finalizar el día de entrenamiento que involucra haber realizado los 4 videos del nivel 1 con sus respectivos “Talking Test”, aparece la pantalla representada en la ilustración 9. En esta pantalla los usuarios deben registrar el nombre y correo electrónico con el objetivo de informar a uno de los investigadores el progreso diario, el que también certifica que efectivamente se utilizó la aplicación y deja un registro de progreso del usuario. Además se muestra una casilla de “Mensaje” en la cual el usuario podía dejar algún comentario respecto a cómo fue la experiencia diaria al usar la aplicación.

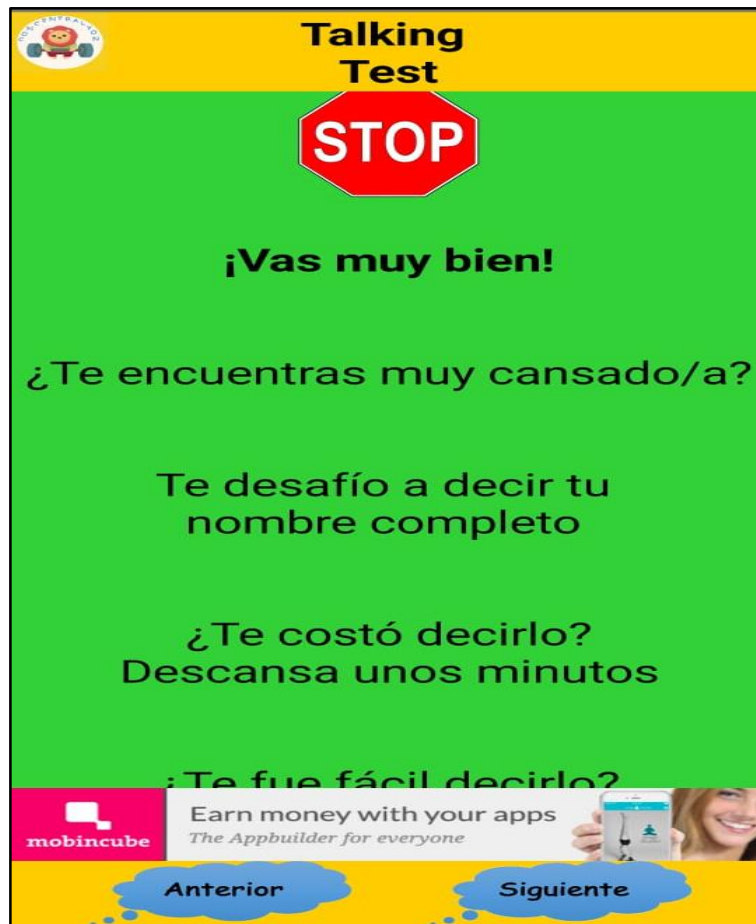


Ilustración 7: Pantalla terminada que contiene el Talking Test en donde se aprecia las distintas preguntas del test.

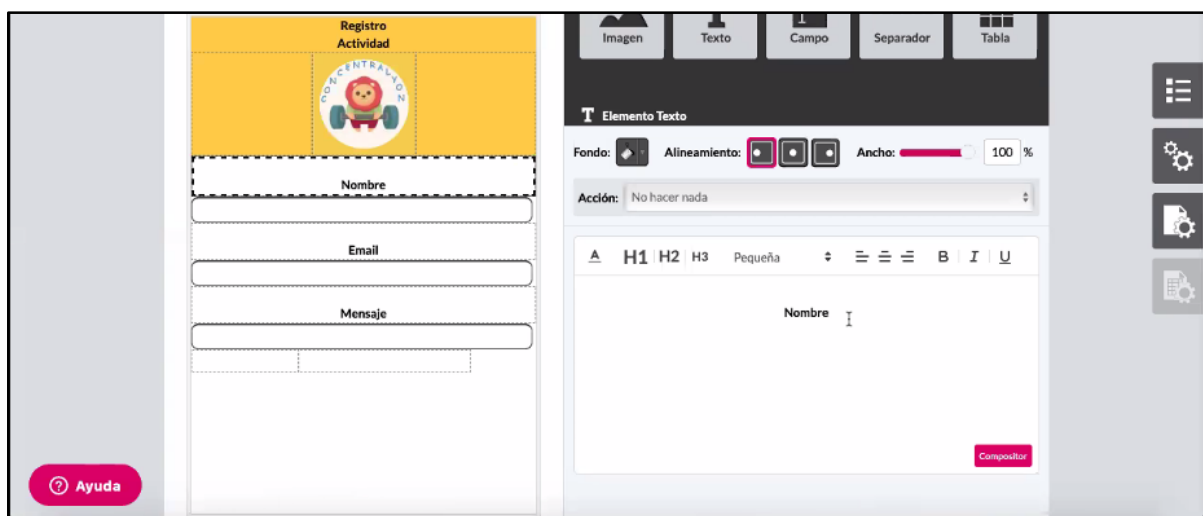


Ilustración 8: Creación de la pantalla de registro de avance diario de actividades. En esta pantalla los usuarios de la aplicación debían registrar sus datos para enviar su avance diario a los investigadores, a modo de seguimiento.

Registro Actividad

Nombre

Email

Mensaje

En mensaje agregar el nivel realizado
Haz click en la imagen de correo para enviar

mobincube Earn money with your apps
The Appbuilder for everyone

Siguiete

Ilustración 9: Término de la pantalla de registro de actividad a diario. En esta pantalla se observa la pantalla final de cada nivel en la cual los usuarios dejan comentarios respecto al nivel recién finalizado.

Posterior a la creación de la aplicación, se lanzó la aplicación a la página web www.mobincube.com para obtener el link de acceso a la descarga (ilustración 10).

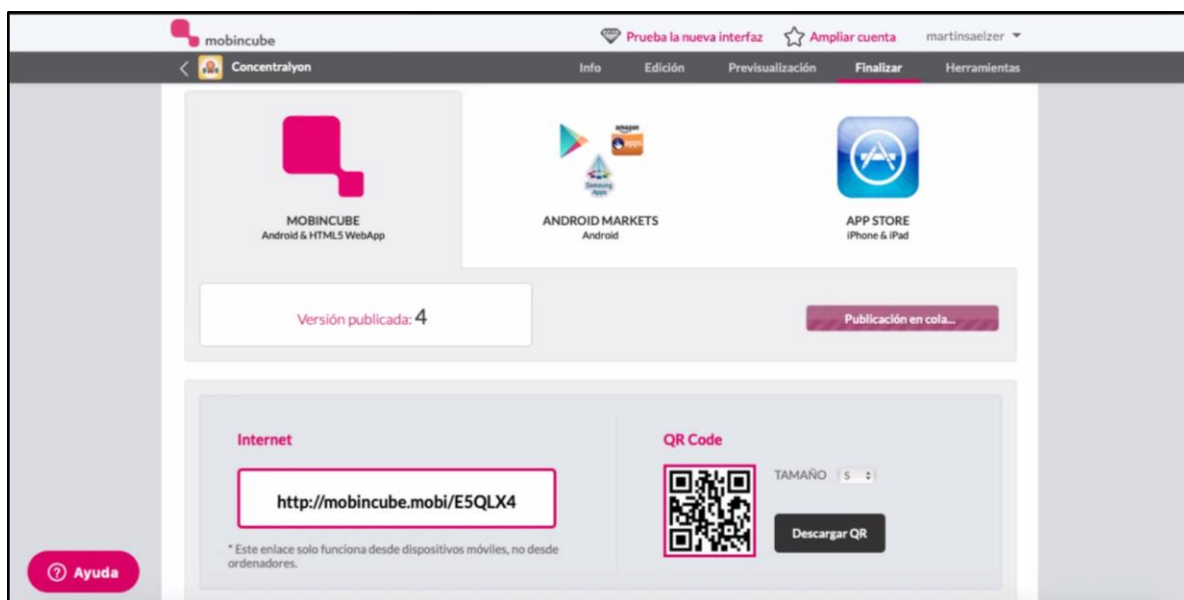


Ilustración 10: Proceso de finalización de la versión 4 del Beta de la aplicación. Se muestra el lanzamiento de la aplicación beta con el fin de detectar errores dentro de la aplicación, para favorecer de mejor forma el rendimiento.

2. Experiencia de los participantes durante la utilización de la aplicación.

El análisis estadístico de la encuesta de experiencia de los padres y participantes del estudio se realizó en una tabla excel, clasificando las respuestas en porcentajes.

Respecto a las generalidades de la aplicación, los tres participantes señalaron que no tuvieron dificultades para descargar la aplicación como tampoco durante su uso. En relación a las fechas para usar la aplicación, dos participantes refirieron utilizarla en la mayoría de las fechas establecida y un participante no la utilizó según lo determinado.

En lo referido al primer nivel de la aplicación, todos los participantes lograron entender las instrucciones de los 4 ejercicios que componen este nivel. Pero a pesar de esto uno de los tres participantes tuvo dificultades al momento de la ejecución de los ejercicios, luego de unos intentos pudo lograr la correcta ejecución de los ejercicios. En relación al “Talking Test” todos los participantes señalaron que respetaron las pausas relativas al test a veces.

Respecto al segundo nivel de la aplicación, la totalidad de los participantes logró entender las instrucciones de los ejercicios incluidos en este nivel y realizarlos. No obstante, dos de los tres

participantes presentaron dificultad en la ejecución correcta de estos. En relación al “Talking Test”, los participantes no respetaron en su totalidad la ejecución del test.

En relación al tercer nivel de la aplicación, todos los participantes lograron entender las instrucciones de los ejercicios. A dos de los tres participantes se les dificultó entender la ejecución de los ejercicios, sin embargo, lograron realizarlos sin mayores complicaciones. Con respecto al “Talking Test”, ninguno de los tres participantes lo respetó en su totalidad, señalando además que realizaron la pausa respectiva a esta pantalla en ciertas ocasiones. Cabe mencionar que la totalidad de los participantes encontraron adecuados los ejercicios presentados en este nivel.

En cuanto a la valoración general de la experiencia con la aplicación “Concentralyon”, las respuestas fueron variadas según los padres de cada participante. Si bien, todos señalaron que la aplicación les resultó atractiva a sus hijos, uno de los padres mencionó que al principio la aplicación generó mayor interés, pero luego de un tiempo no se mostraba adherencia por parte del niño. En cambio, los otros dos padres refirieron que la aplicación resultó muy entretenida, captando el interés por parte de sus hijos, lo que facilitó la adherencia a su utilización y uno de ellos en particular refirió que fue una gran forma de darle un uso adecuado al dispositivo tecnológico.

Discusión

El objetivo central del estudio fue la creación de la aplicación móvil para dispositivos móviles dirigidos a aquellos niños/as entre 8-12 años que han sido diagnosticados con el trastorno por déficit de atención e hiperactividad con el fin de ser una herramienta coadyuvante al método farmacológico. Por medio de una encuesta de percepción realizada a los padres y a los participantes del estudio, refirieron que no tuvieron inconvenientes en su descarga, errores de sistema ni utilización de la aplicación. Con respecto a los resultados obtenidos, se logró crear una aplicación funcional para dispositivos móviles, la cual fue evaluada mediante una encuesta de percepción del usuarios y sus tutores legales, en donde se obtuvieron respuestas positivas en cuanto a su funcionalidad, calidad de videos, calidad de ejercicios, etc. Gracias a estas respuestas, se evidenció que se pudo crear una aplicación para dispositivos móviles con ejercicios físicos de carácter aeróbico que sea funcional y del gusto de los usuarios que la descargaron.

Respecto a la terapia coadyuvante para el TDAH como lo es la creación de una aplicación para dispositivos móviles, puede favorecer la modulación de la sintomatología combinado al tratamiento farmacológico ya que según los resultados expuesto por el estudio de Weerdmeester J.(2016) (17) expone que hay una mejoría con respecto a la atención e hiperactividad principales síntomas clínicos en estos niños diagnosticados con TDAH por lo que el hecho de realizar actividad física a través del juego potencia la frecuencia de uso de la aplicación.

Además cabe destacar que, en el estudio de Bul, K (2015), la experiencia de la utilización de la aplicación medida a través de un cuestionario de experiencia genera un feed back positivo tanto al creador como a los mismos usuarios ya que entrega una red de soporte con el fin de generar cambios que potencien el término de una aplicación completa (18). Además, al igual que en este estudio, la percepción de los padres y usuarios fue positiva en cuanto a la utilización de la aplicación, lo que podría ser un indicador de que los aparatos tecnológicos generan una mayor adherencia en los niños que se encuentran en la etapa escolar básica.

Si bien la aplicación obtuvo resultados positivos de percepción, uno de los tres participantes refirió desinterés en la utilización de la aplicación durante los transcurso de los días, esto se asemeja a la sintomatología que puede presentar cada niño con respecto al TDAH debido a que

la clínica es distinta dependiendo del subtipo de TDAH, por lo que el presente estudio le faltó ahondar más en las características clínicas de cada participante diagnosticado con el TDAH, ya que esto puede afectar en su interés por ocupar la app, al igual que un estudio realizado en Alemania que demostró que los distintos subtipos de TDAH y su sintomatología puede afectar en las percepciones sobre las distintas formas de tratamiento e intervenciones (19).

Una de las limitaciones más influyentes en este estudio fue el pago realizado para poder eliminar los anuncios que contenía la aplicación, ya que al momento de su diseño se debía acceder a un plan premium para no contar con estos. Otra de las limitaciones fue la falta de accesibilidad de la aplicación para dispositivos móviles en sistemas operativos IOS debido a su alto costo. Esto influyó al momento de seleccionar a los participantes, ya que se redujo la muestra porque no contaban con un celular con sistema operativo android.

Dentro de las proyecciones a futuro, se espera poder realizar una mayor selección de ejercicios que puedan ser adaptados a juegos. Además, se deberán realizar modificaciones en el diseño de la aplicación, ya sea que las pantallas sean de un mismo color, modificar las letras, agregar más instrucciones, grabación de videos con mayor calidad audiovisual con el objetivo de lograr un mayor interés por parte de los usuarios. A su vez, en un futuro se deberá realizar un estudio que abarque una mayor población, junto con una evaluación previa y posterior al uso de la aplicación, de modo que se puedan comparar y evaluar de manera objetiva la adherencia al uso de la aplicación. Además, en un futuro se podría usar Concentralyon en colegios durante la jornada escolar, tal como lo describe Schuck, S; Emmerson, N; Ziv, H; Collins, P; Arastoo, S; Warschauer, M; Crinella, F; Lakes, K; (2016), quienes implementaron su aplicación iSelfControl en una sala de clases durante seis semanas, obteniendo resultados positivos medidos cualitativamente a través de la percepción de los usuarios y profesores. Esto abre posibilidades de expansión del uso de la aplicación con el propósito de lograr mejores resultados en cuanto a la modulación de la sintomatología del TDAH.

Estudios futuros deberán ahondar más en la forma de como la realización de ejercicios físicos de carácter aeróbico a través de aplicaciones móviles pueden generar efectos positivos sobre la modulación y manejo de las manifestaciones clásicas del TDAH, principalmente orientados a la evaluación de las características de hiperactividad y niveles de concentración una vez utilizada la aplicación. Esta necesidad se puede observar en el estudio de Wronska. N., Garcia. B, Mendez. A. (2015) el cual señala que los métodos de tratamiento tradicionales no siempre

son efectivos, es por esta razón que deben implementarse nuevas herramientas que involucren la utilización de aplicaciones móviles en combinación con otras formas de tratamiento.

Conclusión.

Se logró crear una aplicación para dispositivos móviles que es funcional, que contenía ejercicios físicos aeróbicos elaborados y validados previamente, que estaba dirigida a niños/as diagnosticados/as con TDAH de edades comprendidas entre los 8-12 años de edad.

Referencias.

- 1-Norma Técnica para la supervisión de niños y niñas de 0 a 9 años en la Atención Primaria de Salud. Chile. MINSAL Norma Técnica N°1 66, Resolución Exenta No 336, 22 de mayo de 2014.
- 2-Baggio, S., Fructuoso, A., Guimaraes, M., Fois, E., Golay, D., Heller, P., Wolff, H. (2018). Prevalence of Attention Deficit Hyperactivity Disorder in Detention Settings: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Psychiatry*, 9. doi:10.3389/fpsy.2018.00331.
- 3-Rodillo, B. E. (2015). Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) en adolescentes. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 26(1), 52–59.
- 4-American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Washington, DC.
- 5-De la Barra, F. E., Vicente, B., Saldivia, S., & Melipillan, R. (2012). Epidemiology of ADHD in Chilean children and adolescents. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 5(1), 1–8. doi:10.1007/s12402-012-0090-6.
- 6-Rubiales, J., Bakker, L., Russo, D., González, R. (2016). Desempeño en funciones ejecutivas y síntomas comórbidos asociados en niños con Trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH). *Rev. CES Psicol.*, 9(2),99-113.
- 7-Puddu G., Rothhammer P., Carrasco X., Aboitiz F., Rothhammer F. Déficit atencional con hiperactividad: trastorno multicausal de la conducta, con heredabilidad y comorbilidad genética moderadas. *Rev. méd. Chile* [Internet]. 2017 Mar [citado 2020 Dic 22] ; 145(3): 368-372.
- 8-García de Vinuesa F, González-Pardo H, Pérez-Álvarez M. Volviendo a la normalidad: la invención del TDAH y del trastorno bipolar infantil. Madrid: Alianza Editorial, 2014.
- 9-Muñoz, D.; Díaz, A.; Navarro, J.; Camacho, P.; Robles, A.; Ibáñez, M.; Coronilla, M.; Gil, E.; Carballar, A.; Cano, R. (2019). Mejora de la atención en niños y niñas con tdah tras una intervención física deportiva dirigida. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 19(3), 37-46
- 10-Huang L, Wang Y, Zhang L, et al. Maternal Smoking and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in Offspring: A Meta-analysis. *Pediatrics*. 2018;141(1):e20172465.
- 11-Hernández Martínez M, Pastor Hernández N, Pastor Durán X, Boix Lluch C, Sans Fitó A. Calidad de vida en niños con trastorno por déficit de atención con o sin hiperactividad (TDAH). *Rev Pediatr Aten Primaria*. 2017;19:31-9.

12-Franke, B., Michelini, G., Asherson, P., Banaschewski, T., Bilbow, A., Buitelaar, J. K., Reif, A. (2018). Live fast, die young? A review on the developmental trajectories of ADHD across the lifespan. *European Neuropsychopharmacology*.

13-Ponnou, S., & Haliday, H. (2020). ADHD Diagnosis and Drug Use Estimates in France: A Case for Using Health Care Insurance Data. *Journal of Attention Disorders*, 108705472090566. doi:10.1177/1087054720905664.

14-Wu, X., Ohinmaa, A., & Veugelers, P. (2016). The Influence of Health Behaviours in Childhood on Attention Deficit and Hyperactivity Disorder in Adolescence. *Nutrients*, 8(12), 788.

15-Becker SP, Lienesch JA, Nighttime Media Use in Adolescents with ADHD: Links to Sleep Problems and Internalizing Symptoms, *Sleep Medicine* (2018), doi: 10.1016/j.sleep.2018.06.021

16-Von Rhein D, Beckmann CF, Franke B, Oosterlaan J, Heslenfeld DJ, Hoekstra PJ, Hartman CA, Luman M, Faraone SV, Cools R, Buitelaar JK, Mennes M. Network-level assessment of reward-related activation in patients with ADHD and healthy individuals. *Hum Brain Mapp*. 2017 May;38(5):2359-2369. doi: 10.1002/hbm.23522. Epub 2017 Feb 8. PMID: 28176434; PMCID: PMC6584954.

17-Tenenbaum, R. B., Musser, E. D., Morris, S., Ward, A. R., Raiker, J. S., Coles, E. K., & Pelham, W. E. (2018). Response Inhibition, Response Execution, and Emotion Regulation among Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*.

18-Christiansen L, Beck MM, Bilenberg N, Wienecke J, Astrup A, Lundbye-Jensen J. Effects of Exercise on Cognitive Performance in Children and Adolescents with ADHD: Potential Mechanisms and Evidence-based Recommendations. *J Clin Med*. 2019 Jun 12;8(6):841. doi: 10.3390/jcm8060841. PMID: 31212854; PMCID: PMC6617109.

19-Schoenmacker, G. H., Groenman, A. P., Sokolova, E., Oosterlaan, J., Rommelse, N., Roeyers, H., ... Buitelaar, J. K. (2018). Role of conduct problems in the relation between Attention-Deficit Hyperactivity disorder, substance use, and gaming. *European Neuropsychopharmacology*. doi:10.1016/j.euroneuro.2018.06.003

20-King, S. A., Casavant, M. J., Spiller, H. A., Hodges, N. L., Chounthirath, T., & Smith, G. A. (2018). Pediatric ADHD Medication Exposures Reported to US Poison Control Centers. *Pediatrics*, 141(6), e20173872. doi:10.1542/peds.2017-3872.

21-Kuypers, K., Verkes, R., van den Brink, W., van Amsterdam, J., Ramaekers, J. (2018). Intoxicated aggression: Do alcohol and stimulants cause dose-related aggression? A review. *European Neuropsychopharmacology*. doi:10.1016/j.euroneuro.2018.06.001.

- 22-Klein, M., Onnink, M., van Donkelaar, M., Wolfers, T., Harich, B., Shi, Y., ... Franke, B. (2017). Brain imaging genetics in ADHD and beyond – Mapping pathways from gene to disorder at different levels of complexity. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 80, 115–155. doi:10.1016/j.neubiorev.2017.01.013
- 23-Hidalgo, M.I., Soutullo C. Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) 2014. Clínica Universitaria, Facultad de Medicina, Universidad de Navarra. Pamplona.
- 24-Vidal Pérez, P., Vallejo Valdivieso, M., Molina Ruiz, R., Saiz Pérez, I., López Villarreal, A., & Fernández Jaén, A. (2018). Nuevos tratamientos farmacológicos en el TDAH. A propósito de un caso clínico. *Revista De Psiquiatría Infanto-Juvenil*, 34(3), 355-359.
- 25-Caye, A., Swanson, J. M., Coghil, D., & Rohde, L. A. (2018). Treatment strategies for ADHD: an evidence-based guide to select optimal treatment. *Molecular Psychiatry*. doi:10.1038/s41380-018-0116-3.
- 26-Shang CY, Shih HH, Pan YL, Lin HY, Gau SS. Comparative Efficacy of Methylphenidate and Atomoxetine on Social Adjustment in Youths with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *J Child Adolescent Psychopharmacol*. 2020 Apr;30(3):148-158. doi: 10.1089/cap.2019.0139. Epub 2019 Nov 27. PMID: 31794244.
- 27-Mandolesi, L., Polverino, A., Montuori, S., Foti, F., Ferraioli, G., Sorrentino, P., & Sorrentino, G. (2018). Effects of Physical Exercise on Cognitive Functioning and Wellbeing: Biological and Psychological Benefits. *Frontiers in Psychology*, 9. doi:10.3389/fpsyg.2018.00509
- 28-Siteneski A., Sanchez. J., Olescovicz. G. Neurogénesis y Ejercicios Físicos: Una Actualización. *Rev. Ecuat. Neurol*. VOL 29 N° 1, 2020.
- 29-Choi JW, Han DH, Kang KD, Jung HY, Renshaw PF. Aerobic exercise and attention deficit hyperactivity disorder: brain research. *Med Sci Sports Exerc*. 2015 Jan;47(1):33-9. doi: 10.1249/MSS.0000000000000373. PMID: 24824770; PMCID: PMC5504911.
- 30-Memarmoghaddam M, Torbati HT, Sohrabi M, Mashhadi A, Kashi A. Effects of a selected exercise program on executive function of children with attention deficit hyperactivity disorder. *J Med Life*. 2016 Oct-Dec;9(4):373-379. PMID: 27928441; PMCID: PMC5141397.
- 31-Vaillant, Denise, Rodríguez-Zidán, Eduardo, Zorrilla-Salgador, Juan Pablo. (2019). Incidencia de la edad de acceso a las tecnologías de la información y la comunicación y el uso de internet en el aprendizaje en ciencias. *Educação & Sociedade*, 40, e0199206. Epub July 04, 2019.

32-Shema-Shiratzky S, Brozgol M, Cornejo-Thumm P, Geva-Dayan K, Rotstein M, Leitner Y, Hausdorff JM, Mirelman A. Virtual reality training to enhance behavior and cognitive function among children with attention-deficit/hyperactivity disorder: brief report. *Dev Neurorehabil.* 2019 Aug;22(6):431-436. doi: 10.1080/17518423.2018.1476602. Epub 2018 May 17. PMID: 29771624.

33-Sánchez Rodríguez, M. T., Collado Vázquez, S., Martín Casas, P., Cano de la Cuerda, R. (2018). Apps en neurorehabilitación. Una revisión sistemática de aplicaciones móviles. *Neurología*, 33(5), 313–326. doi:10.1016/j.nrl.2015.10.005

34-Pășărelu CR, Andersson G, Dobrea A. Attention-deficit/ hyperactivity disorder mobile apps: A systematic review. *Int J Med Inform.* 2020 Jun;138:104133. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2020.104133. Epub 2020 Apr 2. PMID: 32283479.

35-Ruiz-Manrique, G., Tajima-Pozo, K., & Montañes-Rada, F. (2015). Case Report: “ADHD Trainer”: the mobile application that enhances cognitive skills in ADHD patients. *F1000Research*, 3, 283. doi:10.12688/f1000research.5689.3

36-Valda V., Suñagua R., Coaquira, R. (2018). Estrategias de intervención para niños y niñas con tdah en edad escolar. *Revista de Investigación Psicológica*, (20), 119-134. Recuperado el 28 de noviembre de 2020.