



DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA BASADA EN REALIDAD VIRTUAL
PARA LA EVALUACIÓN DEL TRASTORNO DEL DESARROLLO DE LA
COORDINACIÓN (TDC)

KIMBERLLY ZARAY MOSQUERA PALACIOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA
MANIZALES

2022

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA BASADA EN REALIDAD VIRTUAL
PARA LA EVALUACIÓN DEL TRASTORNO DEL DESARROLLO DE LA
COORDINACIÓN (TDC)

Autora

KIMBERLLY ZARAY MOSQUERA PALACIOS

Ingeniera Biomédica

Proyecto de grado para optar al título de Magíster en Ingeniería

Director

MSc. Laura Rocío Giraldo Torres

Codirector

Dr. Oscar Cardona Morales

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN INGENIERÍA

MANIZALES

2022

DEDICATORIA

*A mis padres, hermanos y amigos
por su amor y por el apoyo incondicional
que me brindan en cada paso que tomo
gracias a la vida por ustedes.*

AGRADECIMIENTOS

A mis papás Leonor Palacios y Edgar Mosquera quienes desde niña me han alentado a comerme el mundo entero y nunca han limitado mis sueños, soy muy afortunada de contar en mi vida con seres tan excepcionales llenos de amor y apoyo que acompañan mis pasos a diario, gracias porque sin ustedes nada sería posible. A mis hermanos y mejores amigos Yenny, Giostin e Igmar quienes son el reflejo de todo lo que alguien quisiera tener y a Mate quien ve cosas en mí que a veces yo no veo y que con su paciencia y sentido del humor me alientan a enfrentarme con valentía a todos los retos que se llegan a mi vida.

Agradezco a la Universidad Autónoma de Manizales por ser mi alma mater y por haber apoyado financieramente la realización de mis estudios y brindarme la gran calidad de recurso humano con el que cuentan y a la Alcaldía de Manizales ya que gracias al fondo de Becas Manizales Más Innovadora permite que los proyectos de investigación en pro de Manizales sean visibilizados y a su vez por el apoyo financiero que me brindaron

A mis amigas Jhaki, Manuela M, Manuela G, Carla y amigos Julián V, Julián M, que han estado impulsando cada proyecto que tomo. A mis compañeros de maestría especialmente a Ricardo Molina y Natalia Betancur con quienes formamos los 3 Mosqueteros y a las ingenieras: Vanessa Martínez, Kelly Cardona, Laura Ximena, Valentina Sepúlveda y Carmen Elisa por cada risa y porque la vida ha sido muy linda porque he contado con ustedes

Agradezco sinceramente a la Msc. Laura Rocío Giraldo quien me acogió como su pupila desde que hice mi Joven Investigador y desde entonces no ha desamparado mi camino y me siento muy afortunada por trabajar con ella y al PhD. Oscar Cardona quien me alentó y me hizo entender el impacto de lo que hacemos, a ustedes mi completa admiración por tanto conocimiento y por su acompañamiento continuo, siempre serán mis Padres Magistrales.

De igual manera a los profesores Sebastián Durango y Santiago Murillo por el conocimiento y el acompañamiento, a mis amigos y Jóvenes Investigadores María Fernanda Arbeláez y Martín Elías López con quienes viví este proceso. A todos ustedes los que me hicieron reír, me vieron llorar, me alimentaron y que se están tomando el tiempo de leer este documento. Mis más sinceros agradecimientos.

RESUMEN

La presencia del Trastorno del Desarrollo de la Coordinación TDC en la infancia conlleva a la limitación de las habilidades motoras voluntarias, desencadenando así, dificultades en aspectos de la vida diaria del niño tanto en el contexto familiar como en el escolar, y que, si no es detectado y tratado a tiempo, puede dar paso también a comorbilidades que pueden agravar la condición. La evaluación de este trastorno tradicionalmente se realiza a través de pruebas de perfil psicomotor, desarrolladas por profesionales del área de la salud, las cuales pueden estar sujetas a sesgos de error humano. El presente estudio tuvo como objetivo el desarrollo una herramienta basada en realidad virtual para evaluación del trastorno del desarrollo de la coordinación (TDC), la cual pretende servir como un método interactivo que permita la parametrización y estandarización de la evaluación del TDC.

Esta herramienta se encuentra dividida en dos aplicaciones computacionales, una desarrollada en el software Matlab, basada en 4 baterías: WHODAS 2.0, Cuestionario para la Evaluación del Trastorno del Desarrollo de la Coordinación (CTDC), Batería de Vitor Da Fonseca y Cuestionario para evaluación de Limitaciones en la actividad y Restricciones en la participación para niños con TDAH (CLARP-TDAH), y otra que utiliza animaciones desarrolladas en el software Unity basadas en la Batería Psicomotora Da Fonseca. Este documento presenta el proceso de diseño, implementación y evaluación de cada una de ellas

Palabras Clave: Estandarización, Evaluación, Motricidad, Perfil Psicomotor, Trastorno del Desarrollo de la Coordinación.

ABSTRACT

The presence of Developmental Coordination Disorder (DCD) in childhood leads to limitation of voluntary motor skills, thus triggering difficulties in aspects of the child's daily life in both family and school contexts, and, if not detected and treated early, can also lead to comorbidities that may aggravate the condition. The assessment of this disorder is traditionally performed by psychomotor profile tests, developed by health professionals, which may be subject to human error biases. The present study aims to develop a virtual reality-based tool for the assessment of developmental coordination disorder (DCD), which is intended to serve as an interactive method to parameterize and standardize the assessment of DCD.

This tool is divided into two computational applications, one developed in Matlab software, based on 4 batteries: WHODAS 2.0, Questionnaire for the Assessment of Developmental Coordination Disorder (CTDC), Vitor Da Fonseca Battery and Questionnaire for the Assessment of Activity Limitations and Participation Restrictions for Children with ADHD (CLARP-ADHD), and another that uses animations developed in Unity software based on the Psychomotor Da Fonseca Battery. This paper presents the process of design, implementation and evaluation of each of them.

Keywords: Standardization, Evaluation, Motor, Psychomotor Profile, Developmental Coordination Disorder.

CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN	15
2	ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	17
3	REFERENTE TEÓRICO	20
3.1	TRASTORNO DEL DESARROLLO DE LA COORDINACION	20
3.1.1	Características Clínicas del TDC	20
3.1.2	Diagnostico	20
3.1.3	Tratamiento	21
3.2	HERRAMIENTAS EVALUATIVAS	21
3.2.1	Cuestionario Para La Detección Del Trastorno Del Desarrollo De La Coordinación (CTDC)	21
3.2.2	Batería de Vitor Da Fonseca	22
3.3	HERRAMIENTAS DIGITALES	22
3.3.1	Software	22
3.3.2	Videojuego Serio	22
3.3.3	Realidad Virtual	23
4	ANTECEDENTES	24
5	JUSTIFICACIÓN	30
6	OBJETIVOS	33
6.1	OBJETIVO GENERAL	33
6.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
7	METODOLOGÍA	34

8	RESULTADOS	38
8.1	ANÁLISIS DE ANTECEDENTES Y DISEÑO DE LA HERRAMIENTA	38
8.1.1	Búsqueda De Antecedentes Relacionados Con Evaluación De Trastornos Y Herramientas Digitales (Revisión de Cuestionarios)	38
8.1.2	Extracción De Ítems Que Componen El Desarrollo Psicomotor	39
8.1.3	Estudio De Viabilidad De Aplicación De Ambientes En Ambientes De Realidad Virtual	41
8.2	CARACTERIZACION DE LOS EJERCICIOS DE EVALUACION DEL PERFIL PSICOMOTOR ASOCIADOS AL TDC EN EL SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL	43
8.2.1	Descripción De Los Ejercicios	43
8.2.2	Análisis de los movimientos por cada segmento corporal	53
8.3	IMPLEMENTACION DE HERRAMIENTAS PARA EVALUACION DE PERFIL PSICOMOTOR ASOCIADOS A TDC	54
8.3.1	Sistema De Digitalización De Herramientas	55
8.3.2	Sistema de realidad virtual	63
8.3.3	Evaluación De La Prueba	69
8.3.4	Desarrollo De La Encuesta	70
9	RESULTADOS ADICIONALES	73
10	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	74
10.1	ANALISIS DE ANTECEDENTES Y DISEÑO DE LA HERRAMIENTA	74
10.2	CARACTERIZACIÓN DE LOS EJERCICIOS DE EVALUACIÓN DEL PERFIL PSICOMOTOR ASOCIADOS A TDC EN EL SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL	74
10.3	IMPLEMENTACION DE HERRAMIENTAS PARA EVALUACIÓN DEL PERFIL PSICOMOTOR ASOCIADOS A TDC	74

10.3.1	Sistema De Digitalización De Herramientas	74
10.3.2	Sistema De Realidad Virtual	75
10.3.3	Evaluación De La Prueba	75
10.3.4	Desarrollo De La Encuesta	76
11	CONCLUSIONES	77
12	RECOMENDACIONES	78
13	TRABAJOS FUTUROS	79
14	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
15	ANEXOS	86
15.1	ANEXO A. MANUAL DE USUARIO PSICOTECO	86
15.2	ANEXO B. VIDEOS DE MOVIMIENTOS	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Primera Fase Metodológica	35
Figura 2. Segunda Fase Metodológica	35
Figura 3. Tercera Fase Metodológica	36
Figura 4. Metodología en Cascada Desarrollo de Software	37
Figura 5. Diagrama de Proceso de Realización de Encuesta	37
Figura 6. Secuencia de Manos Prueba 1	43
Figura 7. Secuencia de Manos Prueba 2	44
Figura 8. Inmovilidad	44
Figura 9. Apoyo Rectilíneo	45
Figura 10. Punta de Pies	45
Figura 11. Apoyo Unipodal	46
Figura 12. Recorrido Marcha Controlada Hacia Adelante	47
Figura 13. Recorrido Marcha Controlada Hacia Atrás	47
Figura 14. Recorrido Marcha Controlada Hacia la Derecha	48
Figura 15. Recorrido Marcha Controlada Hacia la Izquierda	48
Figura 16. Salto con Apoyo Unipodal Derecho	49
Figura 17. Salto con Apoyo Unipodal Izquierdo	49
Figura 18. Saltos con Pies Juntos Adelante	50
Figura 19. Saltos con Pies Juntos Atrás	50
Figura 20. Autoimagen Cara	51
Figura 21. Secuencia de Imágenes para Edades 4-5 años	51

Figura 22. Secuencia de Imágenes para Edades 6 años en adelante	52
Figura 23. Estructuración Rítmica	53
Figura 24. Flujograma Psicoteco	55
Figura 25. Digitalización de la Batería de Vítor da Fonseca	56
Figura 26. Noción del Cuerpo, Estructuración Espacio Temporal y Lateralidad	56
Figura 27. Módulo Equilibrio y Tonicidad	57
Figura 28. Módulo Praxia Global y Praxia Fina	57
Figura 29. Puntuación de Resultados	58
Figura 30. Base de Datos Excel	59
Figura 31. Herramienta de Caracterización Escolar	59
Figura 32. Sistema de Elección para el Acceso a los Datos	60
Figura 33. Ficha de Inscripción	60
Figura 34. Panel de seguridad	61
Figura 35. Ítem Control Durante el Movimiento	61
Figura 36. Ítem Motricidad Fina / Escritura	62
Figura 37. Coordinación en General	62
Figura 38. Panel de resultados	62
Figura 39. Diagrama de Realización de la Prueba y el evaluador	63
Figura 40. Avatar realizando ítem Diadococinesia Prueba 1	64
Figura 41. Avatar en vista lateral realizando ítem Diadococinesia Prueba 1	64
Figura 42. Avatar realizando ítem Diadococinesia Prueba 2	65
Figura 43. Avatar realizando Inmovilidad (Equilibrio Estático)	65
Figura 44. Avatar realizando Inmovilidad Vista Frontal (Equilibrio Estático)	66

Figura 45. Avatar realizando Apoyo Rectilíneo Pie Izq. (Equilibrio Estático)	66
Figura 46. Avatar realizando Apoyo Rectilíneo Pie Der. (Equilibrio Estático)	67
Figura 47. Avatar realizando Punta de Pies (Equilibrio Estático)	67
Figura 48. Avatar realizando Apoyo Unipodal (Equilibrio Estático)	68
Figura 49. Avatar realizando Salto Unipodal Pie Der. (Equilibrio Dinámico)	68
Figura 50. Avatar realizando Salto Unipodal Pie Izq. (Equilibrio Dinámico)	68
Figura 51. Avatar realizando Salto Pies Juntos. (Equilibrio Dinámico)	69
Figura 52. Avatar realizando Salto Pies Juntos. (Equilibrio Dinámico)	69
Figura 53. Niño realizando ejercicio de Diadococinesia	70
Figura 54. Ítems de la Encuesta	71
Figura 55. Encuesta Aplicada	71
Figura 56. Resultados de la Encuesta	72
Figura 57. Automatización del Módulo Equilibrio Estático (Apoyo Rectilíneo)	79
Figura 58. Automatización del Módulo Equilibrio Estático (Apoyo Unipodal)	79
Figura 59. Manual Psicoteco	86
Figura 60. Carpeta con Videos de Movimientos	87
Figura 61. Carpeta con videos de Animaciones	87

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los trastornos del desarrollo psicológico según CIE 10	25
Tabla 2. Clasificación de los trastornos del desarrollo psicológico según el DSM V	25
Tabla 3. Dimensiones Vs Actividades (CTDC)	39
Tabla 4. Dimensiones Vs Actividades (Batería Vitor da Fonseca)	40
Tabla 5. Dimensiones seleccionadas para ambiente de realidad virtual	42
Tabla 6. Estructuras Rítmicas	53
Tabla 7. Interpretación de Resultados CTDC	63

1 PRESENTACIÓN

Los trastornos del desarrollo corresponden a un grupo de trastornos crónicos que se manifiestan en períodos tempranos de la niñez; en general, antes o durante el período escolar primario y que suelen alterar el progreso en habilidades cognitivas, motoras, del lenguaje y/o sociales, impactando de manera significativa, en el desarrollo de los componentes personales, sociales y académicos (Fejerman & Tabakian, 2015). Ante estos trastornos existen diferentes procedimientos donde se aplican instrumentos de tamizaje, con el objeto de detectar personas en riesgo y así poder evaluarlas a profundidad o tratarlas de manera adecuada, si es necesario (Sharp & Lipsky, 2002).

Entre el grupo de trastornos del desarrollo se encuentran las Discapacidades Intelectuales, Trastornos de la Comunicación, Trastorno del Espectro Autista, Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad, Trastorno Específico del Aprendizaje, Trastornos Motores entre otros (Saint Luke, 2019). Los Trastornos Motores son un grupo de afecciones psiquiátricas que afectan la capacidad de producir y controlar los movimientos corporales; entre estos trastornos se encuentra el Trastorno del Desarrollo de la Coordinación (TDC), el Trastorno de Movimientos Estereotipados y el Trastorno de Tic¹ (Mindyra, 2020).

El TDC es un trastorno que presenta manifestaciones motoras heterogéneas donde un niño puede presentar dificultades en el desarrollo de su motricidad fina o en diferentes ámbitos motores a su vez como, por ejemplo: equilibrio y motricidad fina, es por esto que antes de realizar la caracterización de un trastorno estas dificultades deben haber sido examinadas con el fin de confirmar que no sean dependientes a trastornos diferentes que los motores (HopToys, 2013).

Para la evaluación de un trastorno como el TDC se utilizan instrumentos manuales; existen un gran número de instrumentos de tamizaje asociados a algún trastorno en específico, lo cual

¹ El trastorno de tic provisional (transitorio) es una afección en la cual una persona hace uno o muchos movimientos o ruidos (tics) breves y repetitivos

dificulta su búsqueda y genera dificultades al momento de caracterizar la población. Algunos instrumentos incluyen cuestionarios donde el docente y el padre de familia deben diligenciar de manera individual y calificar desde su experiencia; por tanto, el diagnóstico depende de la experticia del evaluador, y en consecuencia puede presentar ambigüedades por el error humano, falta de objetividad y parametrización de la prueba (Coyne et al., 2001; Palmer & Coyne, 2003).

En consecuencia, se hace necesario la parametrización de herramientas evaluativas, con el fin de caracterizar a la población donde prevalece el TDC, lo que permite al sector salud intervenciones tempranas, y mejor control de las estadísticas y datos asociados a este trastorno. El desarrollo de las nuevas herramientas puede ser llevado a cabo mediante tecnologías 4.0, como la Realidad Virtual que puede hacer la integración de medidas comportamiento y fisiológicas que permitan rastrear a los usuarios (Giglioli et al., 2017).

Por esta razón se pretende desarrollar una herramienta digital que se encargue de reunir la información de protocolos y que, a su vez, haga uso de la realidad virtual, de esta manera permitirá que las actividades evaluativas que realizará el niño sean parametrizadas y así se disminuyan sesgos que se puedan presentar a la hora de evaluar. Con el fin de que el presente trabajo sea sencillo de comprender se presentará mediante apartados donde el lector encontrará el área problemática, antecedentes y conceptos con el fin de tener una inmersión total en el tema, también se presentará la metodología, resultados y conclusiones relacionados con lo propuesto en los objetivos de la tesis y por ultimo las recomendaciones y trabajos futuros

2 ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

En Colombia, según el Ministerio de Salud y protección social se estima que aproximadamente un 16 % de la población menor de 15 años padece algún tipo de trastorno del desarrollo, entre ellos el trastorno del desarrollo de la coordinación (TDC)(Alzate et al., 2020). Se puede dimensionar la prevalencia de trastornos y la escasa evaluación de los mismos en la población colombiana, por medio de una investigación llevada a cabo por (Beltrán et al., 2016) donde se evaluaron niños, escolarizados en instituciones educativas urbanas de Bucaramanga y Medellín y seleccionados al azar; se encontraron que la dimensión de la condición está relacionada con la alta prevalencia hallada en las dos ciudades (9.0 %, IC 95% 4.2 a 13.7).

Estas cifras muestran que los trastornos que afectan la infancia y la adolescencia son más frecuentes de lo esperado y que superan los hallazgos reportados en países como Suecia (Ehlers et al., 1999; Fortea et al., 2013). En el caso del Trastorno del desarrollo de la Coordinación, este trastorno puede ser visible en la población infantil a través de las dificultades que se presentan en el desarrollo en las habilidades motoras, inclusive en niños con niveles intelectuales adecuados, sin que estas tengan una explicación médica explícita y concreta desde un trastorno mental, neurológico, congénito o adquirido, un trastorno generalizado del desarrollo, o un déficit sensorial visual o auditivo diagnosticable (Salamanca LM et al., 2016).

Según la 5ª edición del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-V) en el trastorno del desarrollo de la coordinación la adquisición y la ejecución de habilidades de coordinación motora está sustancialmente por debajo de lo esperado para la edad cronológica del individuo. Estas limitaciones en el uso de habilidades se pueden manifestar como torpeza (se le caen objetos o golpea objetos), así como por lentitud y poca precisión en la ejecución de las habilidades motoras. Estos déficits en las habilidades motoras interfieren de manera significativa y persistente en las actividades de la vida diaria conforme a lo esperado para la edad, lo cual influye en la productividad escolar y en las actividades de ocio y juego (American Psychiatric Association, 2013). Es decir que algunos

entes educativos pueden tener entre sus aulas estudiantes con el trastorno del desarrollo de la coordinación los cuales pueden pasar desapercibidos, debido a que no se ha realizado una evaluación previa.

El trastorno del desarrollo de la coordinación es más frecuente de lo que se considera, dicha afirmación se puede demostrar por medio de los diversos estudios que se han realizado, aunque principalmente dichos estudios han sido realizados a nivel internacional. La fundación británica Dyspraxia Foundation estima que la prevalencia oscila entre el 1% y 10% y, según la Asociación Americana de Pediatría (AAP), se estima que el trastorno oscila entre el 5% y 6%. Lo anterior implica que al menos hay un niño por aula, o un niño entre veinte que presenta TDC; según Missiuna y Wilson la cifra varía del 5% al 15% (Salamanca LM et al., 2016).

En torno a la evaluación se ha evidenciado que el tener un sesgo afecta la fiabilidad en los resultados y tomará como consecuencia que dichos resultados no sean válidos dado que puede afectar la sensibilidad o especificidad del trastorno o enfermedad evaluada ya sea por causa de la sobreestimación o subestimación (Rendón-Macías et al., 2020). El sesgo se considera como la diferencia que se presenta entre grupos en la evaluación de los sujetos, debido a que se presenta una probabilidad distinta de responder con éxito o en una determinada dirección en función del grupo al que pertenecen (Gómez-Benito et al., 2010), dicha diferencia que se puede presentar puede ocurrir por diferentes razones como el nivel de experticia del profesional, también conocido como la variabilidad del inter observador

Todas las pruebas (unas más que otras) requieren cierto grado de pericia en su realización e interpretación. Dos observadores pueden ser igualmente exactos, pero ser uno más sensible o específico que otro, en otras palabras, operar con la misma curva ROC, pero en puntos distintos o pueden tener distinta exactitud (Hospital Universitario Ramon y Cajal, 2021).

Los sesgos pueden presentarse por causas como las sugiere el autor Andrés Redondo Cubero en su artículo Sesgos cognitivos de la ciencia del año 2020, donde dice que el sesgo puede responder directamente a la necesidad de interpretar la información rápidamente, así

la información a la mano sea excesiva o insuficiente (A. Redondo, 2020), o también pueden deberse a la forma en la cual se dan las órdenes a los sujetos de prueba, requiriendo así, sistemas para la estandarización de éstos.

A la hora de realizar una prueba se deben tener en cuenta diferentes variables como la forma como se seleccionan los sujetos para la evaluación, el número de pacientes a evaluar que se tenga a evaluar en una misma sesión o como se interpretó la manera de aplicar las pruebas (Zamora & Abraira, 2008) dado que a la hora de dar un diagnóstico el evaluador se puede estar basando en información errónea, esto se alinea con lo que dice Jose M. Ceriani Cernadas en Errores de diagnóstico en la práctica médica.

Varios mecanismos están involucrados en las fallas cognitivas, principalmente en los complejos mediante los cuales nuestros cerebros reciben y procesan la información. Los psicólogos que estudian la cognición han aportado grandes contribuciones, tales como la vulnerabilidad de la mente a los sesgos cognitivos, las falacias en el pensamiento lógico, las falsas presunciones y otras fallas del razonamiento (Ceriani, 2015).

En tal sentido, el proyecto pretende responder a la siguiente pregunta de investigación:
¿Qué características debe tener una herramienta basada en realidad virtual para evaluar el desarrollo psicomotor y los posibles trastornos del desarrollo de la coordinación?

3 REFERENTE TEÓRICO

3.1 TRASTORNO DEL DESARROLLO DE LA COORDINACION

El TDC es una condición de por vida que dificulta el desarrollo de las habilidades motoras y la coordinación. No es un trastorno del aprendizaje, pero puede afectar el aprendizaje. Los niños con TDC presentan dificultades para completar tareas y actividades físicas que son necesarias tanto dentro como fuera de la escuela (Understood, 2018). Este trastorno también es conocido como síndrome del niño torpe, dispraxia del desarrollo y el trastorno del desarrollo de la coordinación. (R. P. Redondo & Guerra Begoña, 2009)

3.1.1 Características Clínicas del TDC

Algunas de las características físicas de niños con trastorno del desarrollo de la coordinación incluyen: dificultades con la motricidad gruesa y/o la motricidad fina, un retraso en el desarrollo de ciertas habilidades motoras (por ejemplo, abotonarse la ropa, atrapar una pelota), dificultades para aprender nuevas tareas motoras, dificultades para coordinar ambos lados del cuerpo (por ejemplo, cortar con tijeras), dificultades con el equilibrio, dificultades con actividades que requieren cambios constantes en la posición de su cuerpo (por ejemplo, saltar la cuerda, el béisbol), dificultades con la escritura a mano, imprenta o manuscrita. Otros términos utilizados para describir el trastorno del desarrollo de la coordinación incluyen la dispraxia infantil y el trastorno específico del desarrollo de la función motora (Mindyra, 2020).

3.1.2 Diagnostico

Las edades más comunes para evaluar el TDC son entre 5 y 6 años de edad. Los evaluadores examinan las capacidades motoras y cognitivas, y hacen preguntas sobre otros factores que podrían tener un efecto, tanto en la escuela como en la casa. Además, indagan si el niño o niña, ha alcanzado ciertos hitos en su desarrollo y cuándo empezaron los síntomas. Los evaluadores utilizan ciertas pruebas para evaluar las destrezas motoras. Estas

destrezas evaluadas incluyen habilidades como: fuerza, equilibrio, coordinación, rango de movimiento, planificación motora, control motor fino (Understood, 2018).

3.1.3 Tratamiento

La educación física y el entrenamiento motor perceptivo (combinar movimiento con tareas que requieren pensar como las matemáticas o la lectura) son las mejores formas para tratar el trastorno de la coordinación. Usar una computadora para tomar notas puede ayudar a los niños que tienen dificultades para escribir, y estimular la actividad física es importante para prevenir la obesidad en los niños con trastorno del desarrollo de la coordinación, ya que éstos tienen más probabilidades de tener sobrepeso que otros niños de su edad. (MedlinePlus, 2018).

3.2 HERRAMIENTAS EVALUATIVAS

Para el desarrollo del trabajo en cuestión, se hará uso de dos herramientas evaluativas:

3.2.1 Cuestionario Para La Detección Del Trastorno Del Desarrollo De La Coordinación (CTDC)

Este cuestionario corresponde a la versión en español del Developmental Coordination Disorder Questionnaire (DCDQ), el cual es un instrumento que permite realizar una aproximación diagnóstica al TDC, consiste en un cuestionario aplicable para niños y niñas entre seis y doce años de edad, consta de quince ítems distribuidos en tres dominios: control durante el movimiento con seis ítems, motricidad fina/escritura con cuatro ítems, y coordinación general con cinco ítems. El CTDC permite a profesores y padres, a través de la observación de los sujetos en el desarrollo de sus actividades cotidianas, y comparándolo con niños de su misma edad, determinar en una escala de 1 a 5, si el niño realiza las acciones muy diferente a otros niños (1) o extremadamente parecido (5), y según esto genera un puntaje de perfil psicomotor, ubicando al niño entre los perfiles superior, bueno, normal, dispráxico y deficitario (Salamanca Duque et al., 2013).

3.2.2 Batería de Vitor Da Fonseca

La Batería Psicomotora (BPM) de Vitor Da Fonseca es un instrumento utilizado en el campo de la psicomotricidad para evaluar el nivel de DSM (Desarrollo Psicomotor) y pesquisar la presencia de alguna alteración, es una escala de medición para niños de 4 a 14 años, cuyo objetivo es identificar alteraciones del DSM en base a la observación y evaluación de 7 dimensiones psicomotrices (Tonicidad, Equilibrio, Lateralidad, Noción de cuerpo, Estructuración espacio temporal, Praxia global y Praxia fina); los cuales determinan el perfil psicomotor (PSM) del niño, y a su vez su potencial de aprendizaje (Becerra Encina & Ulloa Fuentes, 2016; Rodero et al., 2021).

3.3 HERRAMIENTAS DIGITALES

3.3.1 Software

Designa a todo componente intangible (y no físico) que forma parte de dispositivos como computadoras, teléfonos móviles o tabletas y que permite su funcionamiento. El software está compuesto por un conjunto de aplicaciones y programas diseñados para cumplir diversas funciones dentro de un sistema. Además, está formado por la información del usuario y los datos procesados. Los programas que forman parte del software le indican al hardware (parte física de un dispositivo), por medio de instrucciones, los pasos a seguir (Editorial Etecé, 2022).

3.3.2 Videojuego Serio

Los Serious Games o “juegos serios” son juegos diseñados con un propósito formativo más que para fines de entretenimiento. La expresión “serio” se refiere a aquellos videojuegos que se utilizan en el sector educativo, científico, en la atención médica, planificación urbana, ingeniería y política, principalmente. El término fue acuñado en 1970 por Clark C. Abt, investigador estadounidense y autor del libro *Serious Games* (Viking Press, 1970) en donde Abt explora las diferentes formas en las que los juegos se pueden incluir en el proceso de enseñanza-aprendizaje sin eliminar la diversión y el placer (Fuerte, 2013).

3.3.3 Realidad Virtual

La Realidad Virtual (RV) es un entorno de escenas y objetos de apariencia real, generado mediante tecnología informática que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él. Dicho entorno se contempla a través de un dispositivo conocido como gafas o casco de Realidad Virtual. Gracias a la RV las personas pueden sumergirse en videojuegos como si fuéramos los propios personajes, aprender a operar un corazón o mejorar la calidad de un entrenamiento deportivo para obtener el máximo rendimiento (Iberdrola, 2021).

4 ANTECEDENTES

La expresión “desarrollo psicomotor” hace referencia a aquellas habilidades motoras que tiene el individuo en correspondencia a su edad cronológica “Cuando se hace referencia al desarrollo psicomotor normal se habla de un proceso que permite al niño adquirir habilidades adecuadas para su edad. No obstante, existe gran variabilidad en la edad en la adquisición o alcance de diferentes habilidades” (Fejerman & Fernandez, 2007). Esta afirmación es de gran relevancia, debido a que da cuenta de la dificultad de establecer claramente un límite entre lo "normal" y lo "patológico” en cuanto a desarrollo psicomotor se refiere.

El trastorno del desarrollo de la coordinación hace parte del grupo de trastornos desarrollados en la infancia y en la adolescencia, lo cual debe ser de manera fundamental un diagnóstico adecuado y es acá donde se puede presentar un problema debido a la clasificación que pueden dar a los diferentes tipos de trastornos basados en su diagnóstico

Existen numerosas clasificaciones diagnósticas, entre ellas dos sistemas principales o de uso más difundido, una es la establecida por la Asociación Norteamericana de Psiquiatría, el Manual Diagnóstico y Estadístico de Trastornos Mentales en su cuarta revisión (DSM IV), que constituye el sistema más utilizado para la investigación internacional, la otra es la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE 10) desarrollada por la Organización Mundial de la Salud. Esta última incorpora todos los problemas del desarrollo bajo la denominación de Trastornos del desarrollo psicológico (Vericat & Orden, 2012). Las dos clasificaciones pueden verse claramente en las siguientes tablas.

Tabla 1. Clasificación de los trastornos del desarrollo psicológico según CIE 10

Trastornos del desarrollo psicológico (F80-89)
Trastornos específicos del lenguaje y del habla (F80)
Trastornos del desarrollo específicos del aprendizaje escolar (F81)
Trastornos del desarrollo específicos del desarrollo psicomotor (F82)
Trastornos del desarrollo específicos mixtos (F83)
Trastorno generalizado del desarrollo (F84)
Otros trastornos del desarrollo psicológico (F88)

Fuente: (Vericat & Orden, 2012)

Tabla 2. Clasificación de los trastornos del desarrollo psicológico según el DSM V

Trastornos de inicio en la infancia niñez o la adolescencia
Retraso mental
Trastornos del aprendizaje
Trastornos de las habilidades motoras
Trastornos de la comunicación
Trastornos generalizados del desarrollo
Trastornos por déficit de atención y comportamiento perturbador
Trastornos de la ingestión y de la conducta alimentaria de la infancia o la niñez
Trastornos de los tics
Trastornos de la eliminación
Otros trastornos de la infancia, la niñez o la adolescencia

Fuente: (Vericat & Orden, 2012)

Dichas clasificaciones pueden generar confusión debido a que en el desarrollo ninguno de los procesos es completamente lineal y secuencial. Durante el desarrollo la adquisición progresiva de funciones no se trata de un programa secuencial rígido, sino que, por el contrario, existen variaciones en el ritmo o el tiempo de desarrollo para lograr alguna habilidad adquirida, como también se puede ver afectado por la edad cronológica en que es esperable el logro de una habilidad o evento determinado (Vericat & Orden, 2012). En la población infantil es bien conocida la presencia de dificultades en el desarrollo de habilidades motoras, inclusive en niños con niveles intelectuales adecuados, sin que éstas tengan una explicación médica explícita y concreta desde un trastorno mental, neurológico,

congénito o adquirido, un trastorno generalizado del desarrollo, o un déficit sensorial visual o auditivo diagnosticable.

El déficit en el desarrollo motor grueso y fino, es inferior al esperado para la edad cronológica del niño y su inteligencia general, puede ser observado desde la primera infancia en la adquisición tardía de hitos del desarrollo motor, como sentarse, gatear y caminar, y puede trascender a afectar el rendimiento en las actividades básicas cotidianas por la presencia de torpeza motriz, consecuentemente pueden aparecer múltiples dificultades que limitan la funcionalidad y el funcionamiento en el contexto escolar, tanto para actividades lectoescriturales como para deportes y uso del tiempo libre (Salamanca LM et al., 2016).

En el año 2013 investigadores de la Universidad Autónoma de Manizales llevaron a cabo la debida traducción y adaptación del DCDQ, el cual es uno de los principales cuestionarios que evalúan el TDC, obteniendo como resultado una herramienta confiable para la caracterización del Trastorno de la Coordinación.

Es posible concluir que en Colombia actualmente se cuenta con el CTDC-07 el cual es un instrumento válido y confiable en el idioma español, para realizar sospecha diagnóstica del TDC, que otorga una primera mirada del niño que probablemente lo padece, pero que debe ser corroborado con otras pruebas clínicas que permitan confirmar el diagnóstico (Salamanca Duque et al., 2013).

En el año 2017, investigadores de la Universidad de Coruña realizaron el diseño de la implementación teórica de un programa de intervención en niños con trastorno del desarrollo de la coordinación, dicho programa se diseñó con el fin de aumentar el fortalecimiento de actividades por medio de aplicaciones en tablets ofreciendo sesiones semanales hasta de 20 minutos, comprendiendo evaluaciones cada cierto número de semanas (Moreno, 2017). La implementación de este recurso se encuentra a la espera de la práctica.

Con el fin de obtener información relevante a la hora de la evaluación o el diagnóstico se hace necesario recolectar información sobre antecedentes familiares como lo sugiere (Díaz, 2018) en el proyecto “Los beneficios en el rendimiento motor, equilibrio y control postural de los tratamientos de fisioterapia en el trastorno del desarrollo de la coordinación.”

En la historia clínica deben constar datos como si ha habido algún antecedente o problema neurológico en la familia o si el niño tiene algún problema asociado. También información sobre cómo se desarrolló el embarazo, el parto, edad cronológica a la que el niño fue adquiriendo los hitos motores, puesto que la presencia de dichas limitaciones en el desarrollo del infante, pueden ser consecuencia a diferentes factores de riesgo (Díaz, 2018).

Otra herramienta relacionada directamente con la evaluación del TDC es la Batería de Vitor Da Fonseca la cual evalúa el desarrollo psicomotor con el fin de identificar alguna alteración por medio de actividades que comprenden las unidades funcionales en el área motora “La Batería Psicomotora (BPM) de Vitor Da Fonseca evalúa el nivel de DSM, cuyo objetivo es identificar alteraciones del DPM en base a la observación y evaluación de 7 dimensiones psicomotrices” (Rodrigues et al., 2008).

Para la evaluación realizada por medio de la Batería de Vitor Da Fonseca se comprende la primera unidad funcional donde el evaluador se encargará de verificar la tonicidad del niño y evaluará actividades relacionadas con equilibrio. Posteriormente se evalúan actividades relacionadas con la segunda unidad funcional la cual obedece a la recepción de estímulos con actividades que analizan la lateralidad, noción de cuerpo y estructuración espacio temporal y para la tercera unidad funcional se evalúa praxia fina y global (Becerra Encina & Ulloa Fuentes, 2016). Esta prueba se evalúa basada en una escala de puntuación de 1 a 4, donde 1 significa realización imperfecta, incompleta y descoordinada (débil) perfil apráxico y 4 Realización perfecta, controlada, armoniosa y bien controlada (excelente) perfil hiperpráxico.

Las unidades funcionales anteriormente mencionadas y las actividades específicas para su evaluación dan paso a la búsqueda de aplicaciones no sea centrada en netamente en la

capacidad motora sino en la búsqueda de herramientas digitales donde se evalúen alguna de las 7 dimensiones psicomotrices como las descritas, y que permitan estandarizar la orden de movimientos que se le da a los sujetos.

El Grupo de Autismo y Dificultades del Aprendizaje del Instituto de Robótica de la Universidad de Valencia y la Fundación Orange crearon Pictogram Room, se basa en un conjunto de actividades ocio-educativas diseñadas para dar respuesta a una serie de necesidades como dificultades en la comprensión del lenguaje corporal, el reconocimiento de uno mismo, la imitación o la atención conjunta de las personas con Trastorno del Espectro del Autismo (TEA) para las que hasta ahora era muy difícil intervenir. Pictogram Room ofrece cuatro conjuntos de videojuegos destinados a trabajar varios aspectos del desarrollo del niño: El Cuerpo, Las Posturas, Señalar e Imitar con el fin de ir más allá del esquema corporal para que el participante tome cada vez mayor conciencia de su cuerpo (Universidad de Valencia & Fundación Orange, 2009).

Santamaria & Mendoza, en el año 2014 realizan “Construcción de Mundos Virtuales para el Desarrollo de Destrezas de Lateralidad Basado en Web3D” donde diseñaron e implementación de un ambiente virtual con tecnología Web3D, que les permite a los niños de siete a nueve años superar dificultades de lateralidad para el cual concluyeron que, el ambiente virtual 3D puede constituir un aporte para las instituciones educativas de básica primaria que necesiten tratar niños con dificultades de lateralidad, ya que pueden ser indicadores de problemas de aprendizaje como la dislexia o la disgrafía (Santamaría Granados et al., 2014).

En el año 2018, en la Universidad Tecnológica de la Mixteca se llevó a cabo un proyecto denominado Diseño de prototipo de material de apoyo para la estimulación de la lateralidad en niños con Trastorno del Espectro Autista, el cual tenía como objetivo diseñar un material de apoyo para la estimulación de la lateralidad en niños de 7 a 10 años con Trastorno del Espectro Autista, como resultado obtuvieron un tapete de colores con figuras de manos y pies, adicionalmente unas tarjetas impresas, donde los niños acomodaban los tapetes de la forma en la que tenían en la tarjeta para practicar la lateralidad (Fernández, 2018).

Santos Cavada en el año 2020 crea “cinco aplicaciones para facilitar la adquisición de la lectoescritura en alumnos con TEA”: **Dibuja el abecedario** (objetivo: mejorar sus habilidades de grafomotricidad-direccionalidad, trazo, coordinación óculo-manual, dominancia lateral, orientación espacial), **Leo con Grin** (Objetivo: lectura de sílabas, lectura de palabras y adquisición de la ruta visual y fonológica), **DyTECTIVE** para dislexia (objetivo: trabajar la eficiencia lectora), **94 segundos** (objetivo: trabajar la ortografía), **Book creator** (objetivo: capacidad de lograr exponer los pensamientos o ideas de forma escrita). Aplicaciones que pueden ser descargadas a través de playstore. (Santos, 2020).

En el año 2020 por medio de la convocatoria realizada por parte de Minciencias “Jóvenes investigadores en salud” en paralelo con este proyecto, se llevó a cabo la creación de un proyecto denominado Psicoteco, este proyecto consta de la digitalización de 4 herramientas utilizadas para la evaluación de la discapacidad y limitaciones motoras ligadas a trastornos del desarrollo como lo son:

- **WHODAS 2.0:** Cuestionario para la evaluación de la discapacidad
- **CTDC:** Cuestionario que evalúa el trastorno del desarrollo de coordinación
- **Batería Da Fonseca:** Instrumento utilizado para evaluar el nivel del desarrollo psicomotor
- **CLARP TDAH:** Cuestionario de las limitaciones en la actividad y las restricciones en la participación que tienen los niños con TDAH.

El desarrollo de Psicoteco en los componentes CTDC y Batería Da Fonseca, hicieron parte de los insumos para este trabajo, al desarrollarse en forma paralela.

5 JUSTIFICACIÓN

En Colombia y a nivel local, en la ciudad de Manizales, según la revisión de la literatura no se encuentran estudios de investigación donde se realice la evaluación psicomotora por medio de herramientas diferentes a los cuestionarios y baterías implementadas para la caracterización del TDC. Esto genera un reto en la implementación de otras herramientas incluidas las tecnológicas para la evaluación de trastornos que puedan afectar la infancia y adolescencia, permitiendo así un aporte al cumplimiento del artículo 2 de las Normas Uniformes que se refiere a la Atención Médica:

Los Estados deben asegurar la prestación de atención médica eficaz a las personas con discapacidad", incluyendo al ítem (i) que expresa la obligación que tienen los Estados de suministrar "programas dirigidos por equipos multidisciplinarios de profesionales para la detección precoz, la evaluación y el tratamiento de las deficiencias", pues al estar evadiendo esta responsabilidad no se podría "asegurar la plena participación de las personas con discapacidad y de sus familias en el plano individual y de las organizaciones de personas con discapacidad a nivel de la planificación y evaluación"(Alcaldía de Manizales, 2015).

La prevalencia de trastornos y los efectos colaterales que pueden traer consigo el padecimiento de un trastorno como lo es el desarrollo de la coordinación hace necesaria la creación de proyectos investigativos que involucren procesos de prevención e intervención para promover la importancia de una vida digna tal y como lo indica la Sentencia T 397/04 en uno de sus apartes indica que "La atención de la salud de las personas con discapacidad, además de constituir uno de los cometidos elementales de las autoridades -en virtud del derecho fundamental de estas personas a la vida digna" (art. 11, C.P.) (Alcaldía de Manizales, 2015; Presidencia de la República de Colombia, 1991).

Este proyecto, además está de acuerdo con las políticas institucionales de la Universidad Autónoma de Manizales y pretende que por medio de las TIC, las normas, y reglamentos que rigen a la sociedad y a la comunidad investigativa se cumplan a cabalidad con el fin de

mejorar la calidad de vida y crear proyectos que beneficien la sociedad como el presente, el cual desea que al realizar la evaluación del trastorno a tiempo esta permita que se dé paso al tratamiento a tiempo de niños y adolescentes de la comunidad. A su vez cumple con uno de los ejes temáticos del programa “Manizales más innovadora” el cual corresponde a primera infancia, ya que por medio de esta herramienta digital los niños puedan ser evaluados y diagnosticados a tiempo con el fin de que ellos tengan la posibilidad de recibir un tratamiento a tiempo y puedan desarrollar su potencial y mejorar su calidad de vida, este propósito se encuentra alineado a su vez con los siguientes Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS):

- **ODS 3 (Salud y bienestar):** Este objetivo pretende garantizar una vida sana y promover el bienestar en la primera infancia lo cual es un factor esencial para el desarrollo sostenible. Por medio de esta herramienta digital que permitirá parametrizar una evaluación y desarrollarla basada en ambientes de realidad virtual. Al implementar la herramienta se podrá evaluar el Trastorno del Desarrollo de la Coordinación, el cual se ve principalmente caracterizado por la limitación de actividades motoras teniendo afectación sobre la vida cotidiana y educativa, con una evaluación temprana no solo se promueve el bienestar sino una mejora en la calidad de vida, debido a que al tener la evaluación el niño puede acceder al tratamiento y de este modo se disminuirá el riesgo de desarrollar comorbilidades.
- **ODS 10 (Reducción de las desigualdades):** Este objetivo tiene como fin la reducción de las desigualdades, puesto que con la detección y tratamiento del trastorno caracterizado va a permitir que el plantel educativo y padres de familia sean conscientes de las posibles limitaciones que puede tener el niño o adolescente en sus actividades cotidianas y escolares, lo que permite que se generen nuevas propuestas donde todos los niños puedan participar de una educación de calidad.
- **ODS 17 (Alianzas para lograr Objetivos):** con este objetivo se entiende que para que un programa de desarrollo se cumpla satisfactoriamente, es necesario establecer asociaciones inclusivas (a nivel mundial, regional, nacional y local) sobre principios y valores, así como sobre una visión y unos objetivos compartidos que se centren primero

en las personas y el planeta. Este proyecto en su actualidad está generando alianzas entre instituciones privadas como lo es la Universidad Autónoma, con instituciones educativas públicas de la ciudad de Manizales, a su vez creando redes de apoyo entre profesionales en el área de la salud con padres de familia y docentes incentivando nueva generación de conocimiento. A corto plazo se pretenden obtener alianzas con el Ministerio de Salud y el Ministerio de Ciencia y tecnología.

6 OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una herramienta basada en realidad virtual para la evaluación del desarrollo psicomotor y los posibles trastornos del desarrollo de la coordinación (TDC).

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diseñar herramienta de evaluación del perfil psicomotor asociados al Trastorno del Desarrollo de la Coordinación.

Caracterizar los ejercicios de evaluación del perfil psicomotor asociados al Trastorno del Desarrollo de la Coordinación.

Implementar videojuego serio que unifique los ejercicios de evaluación de TDC con el fin de estandarizar las pruebas psicomotoras.

7 METODOLOGÍA

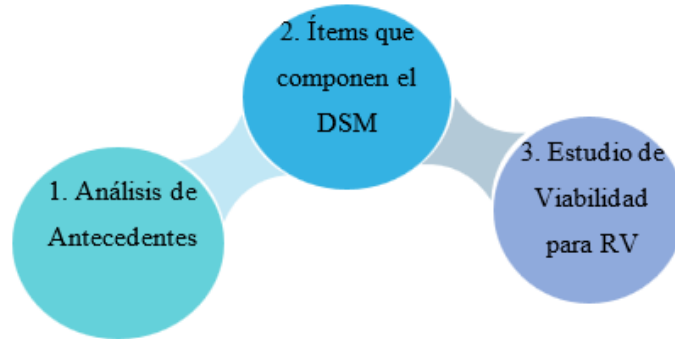
Este trabajo es una investigación de desarrollo tecnológico que busca crear un método interactivo, en este caso un juego de realidad virtual de tipo serio, que permita la parametrización y estandarización de la evaluación del Trastorno del Desarrollo de la Coordinación, permitiendo que, con éste, el niño pueda adquirir a tiempo el diagnóstico, para a su vez tener un tratamiento oportuno del trastorno, evitando a futuro la presencia de comorbilidades por un diagnóstico tardío o equívoco. Este proyecto tomará como base algunas de las baterías ya existentes, las cuales son muy utilizadas para el diagnóstico del trastorno de la coordinación como lo es el “Cuestionario del Trastorno del Desarrollo de la Coordinación” (CTDC), y la “Batería da Fonseca” para extraer tanto las actividades y modos de calificación como punto de partida para el diseño.

Por medio de las herramientas con enfoques similares a las mencionadas anteriormente se creó dicho ambiente de realidad virtual que permitirá caracterizar el TDC en las instituciones educativas de la ciudad de Manizales Caldas, en las cuales se verán involucrados: estudiantes de instituciones públicas de la región, docentes y padres de familia, en una fase posterior al desarrollo de esta tesis.

Para el desarrollo de esta tesis, se dividió el proceso en 3 fases:

Fase 1: El diseño de la herramienta para la evaluación del perfil psicomotor asociados a TDC, que se llevó a cabo por medio del análisis de los distintos ítems que comprenden las baterías psicomotoras, específicamente en 3 partes:

Figura 1. Primera Fase Metodológica

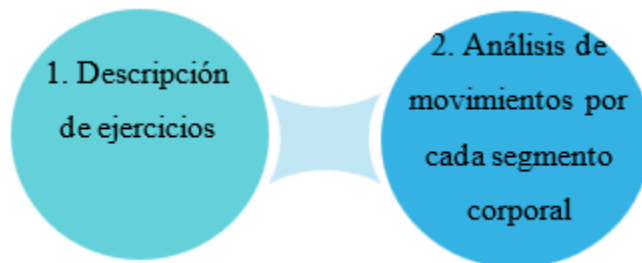


Fuente: Elaboración Propia

1. En el análisis de antecedentes, se valoraron diferentes baterías para la evaluación del perfil psicomotor, y se eligieron aquellas validadas en español y en población colombiana.
2. Las baterías elegidas fueron desglosadas, evaluando el proceso que se lleva a cabo en cada uno de los ejercicios que las componen.
3. Se eligieron los ejercicios que son viables para una herramienta de realidad virtual.

Fase 2: Caracterización de los ejercicios de evaluación del perfil psicomotor asociados a TDC en el sistema de realidad virtual, la cual se llevó a cabo mediante las siguientes actividades:

Figura 2. Segunda Fase Metodológica

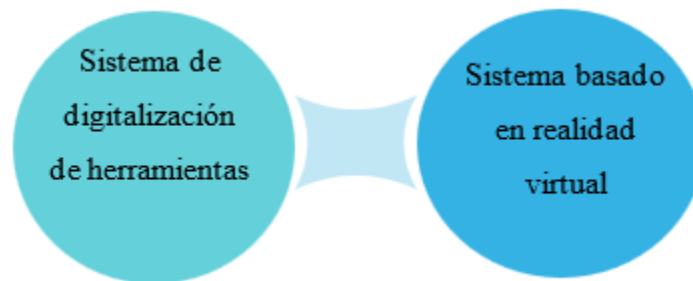


Fuente: Elaboración Propia

1. Para la descripción de los ejercicios, se realizó la grabación de cada uno de los movimientos, con la colaboración y aprobación de fisioterapeutas asociadas al proyecto, las cuales son expertas en la aplicación de las baterías.
2. Se realizó el análisis de los ejercicios mencionados en el punto anterior, y se establecieron los segmentos corporales involucrados en cada ejercicio.

Fase 3: Implementación de herramientas para evaluación del perfil psicomotor asociados a TDC, que se llevó a cabo por medio de dos sistemas:

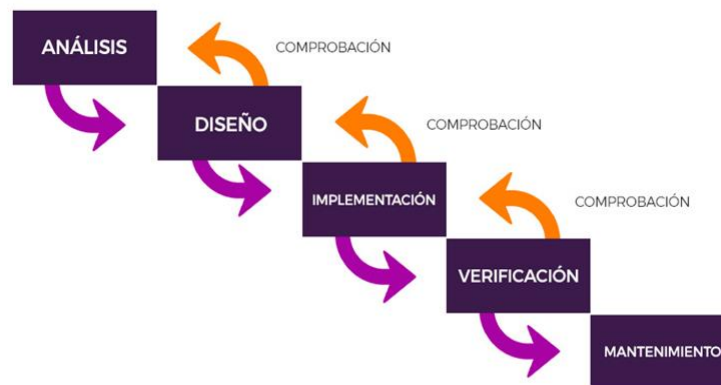
Figura 3. Tercera Fase Metodológica



Fuente: Elaboración Propia

El proceso de implementación de los sistemas referenciados por la Figura 3 se llevó a cabo mediante la metodología en cascada para el desarrollo de software la cual se basa en cinco pasos:

Figura 4. Metodología en Cascada Desarrollo de Software

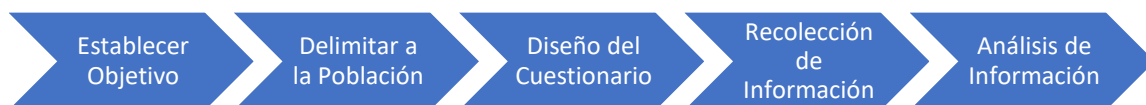


Fuente: (Linexperts, 2021)

Para el sistema de digitalización de herramientas, se hizo uso del Software Matlab® (R2020a) a través de sus paquetes de creación de interfaces gráficas de usuario (GUI por sus siglas en inglés), además de Microsoft® Excel® para Microsoft 365 MSO (versión 2209 compilación 16.0.15629.20200) de 64 bits.

Para el sistema basado en realidad virtual, se hizo uso del software Unity® (2022.1.20f). Posteriormente se presentó a un grupo de estudiantes de una institución pública de la ciudad de Manizales con rangos de edad entre los 13 y 14 años, adicionalmente se les aplicó una encuesta relacionada con la experiencia de la practica realizada utilizando la aplicación Byom©. El diseño de la encuesta se basó en 5 etapas.

Figura 5. Diagrama de Proceso de Realización de Encuesta



Fuente: Elaboración Propia

8 RESULTADOS

8.1 ANÁLISIS DE ANTECEDENTES Y DISEÑO DE LA HERRAMIENTA

8.1.1 Búsqueda De Antecedentes Relacionados Con Evaluación De Trastornos Y Herramientas Digitales (Revisión de Cuestionarios)

Para esta etapa se realizó búsqueda de los diferentes protocolos y herramientas que pudiesen servir como apoyo en el desarrollo de la herramienta digital, así que se analizaron múltiples cuestionarios utilizados para la evaluación del TDC como fueron: Test of motor proficiency, Battery for Children (MABC), Developmental Coordination Disorder Questionnaire DCDQ, Cuestionario del Trastorno del Desarrollo de la Coordinación CTDC (Traducción Validada del DCDQ) Batería de Vitor Da Fonseca. En un inicio se consideró la posibilidad de realizar un nuevo protocolo recreando las actividades llevadas a cabo en cada uno de los cuestionarios anteriormente mencionados, pero al tratarse de un nuevo protocolo antes de ser usado este debía ser validado para mostrar que su uso era seguro, lo cual conlleva a la creación de nuevas formas de puntuación y de relacionamiento de las actividades así que se acotó entre distintas herramientas a la elección de las cuales se encontrarán validadas para aplicar en la población concerniente al proyecto.

Se eligen los cuestionarios CTDC y la Batería de Vitor Da Fonseca como las herramientas evaluadoras predilectas dado que, las dos herramientas se encuentran en español lo cual permite la disminución de errores en el momento de diseñar las actividades correspondientes para cada una y dado que su traducción se encuentra validada permite que la ejecución de la prueba se realice a través de un protocolo y más no dependiente a la experticia humana. Se debe tener en cuenta que al ser estas una herramienta que pretenden ser usada en población vulnerable como son niños que padecen de un trastorno como lo es el TDC, se hace de vital importancia aplicar herramientas que estén certificadas para que de este modo la herramienta digital sea lo más cercana posible a la realidad.

8.1.2 Extracción De Ítems Que Componen El Desarrollo Psicomotor

CTDC

El CTDC (Cuestionario para la Identificación del Trastorno del Desarrollo de la Coordinación) aborda 3 dimensiones y 15 actividades en su evaluación, donde se incluye el control del movimiento, motricidad fina y coordinación en general:

Tabla 3. Dimensiones Vs Actividades (CTDC)

DIMENSION	ACTIVIDAD
Control durante el movimiento	Lanza pelota
Control durante el movimiento	Atrapa pelota
Control durante el movimiento	Golpea pelota/objeto
Control durante el movimiento	Salta
Control durante el movimiento	Corre
Control durante el movimiento	Planea actividades
Motricidad fina/Escritura	Escribe rápidamente
Motricidad fina/Escritura	Escribe legible
Motricidad fina/Escritura	Hace esfuerzo y presión al escribir
Motricidad fina/Escritura	Recorta
Coordinación general	Le gustan los deportes
Coordinación general	Aprende nuevas habilidades
Coordinación general	Es rápido y hábil al organizarse
Coordinación general	Se desplaza con cuidado y agilidad
Coordinación general	Tolera estar sentado mucho tiempo

Fuente: Elaboración Propia basado en el CTDC (Salamanca et al., 2011)

Batería Da Fonseca

La Batería de Vitor Da Fonseca está basada en 7 dimensiones Psicomotrices, que a su vez están compuestas de una serie de ejercicios para su evaluación:

Tabla 4. Dimensiones Vs Actividades (Batería Vitor da Fonseca)

DIMENSIÓN	ACTIVIDAD
Control Respiratorio	Inspiración Expiración Apnea Fatigabilidad
Tonicidad	Evaluar verificar el tono muscular
Extensibilidad	MMII (Miembros Inferiores) MMSS (Miembros Superiores)
Pasividad	MMII (Miembros Inferiores) MMSS (Miembros Superiores)
Diadococinesia	Mano Derecha Mano Izquierda
Sincinesia	Bucales Contralaterales
Equilibrio	Estático: Apoyo rectilíneo Punta de los pies Apoyo en un pie
	Dinámico: Marcha controlada Hacia adelante Hacia atrás Del lado izquierdo Del lado derecho Pie cojo izquierdo Pie cojo derecho Pies juntos adelante Pies juntos atrás
Lateralidad	Ocular Auditiva Manual Pedal Innato Adquirido
Noción de cuerpo	Sentido kinético Reconocimiento D-I Autoimagen cara Imitación de gestos Dibujo del cuerpo
Estructuración espacio temporal	Organización Estructura dinámica Representación topográfica

	Estructuración rítmica
Praxia global	Coordinación óculo manual Coordinación óculo pedal Dismetría
Praxia fina	Coordinación dinámico manual Tamborilear Velocidad de precisión Número de puntos Números de cruces

Fuente: Elaboración Propia basado en la Batería de Vitor da Fonseca (da Fonseca, 1998a)

8.1.3 Estudio De Viabilidad De Aplicación De Ambientes En Ambientes De Realidad Virtual

Para este estudio, se dividieron cada uno de los componentes de los cuestionarios en mención, y se evaluó la viabilidad de la realización de éstos en entornos virtuales.

Luego de este estudio, se determinó que ambas herramientas podían ser implementadas en un sistema de digitalización de la información por estudiantes, pero que solo la batería da Fonseca se componía de ejercicios que podían ser implementados en entornos de realidad virtual.

Debido a esto, se dividió además el desarrollo de este trabajo en la implementación de 2 sistemas:

- Sistema de digitalización de herramientas (CTDC y Da Fonseca)
- Sistema de realidad virtual (Da Fonseca)

Para este segundo sistema, se evaluaron las actividades de la Batería Da Fonseca, y se seleccionaron las presentadas en la tabla 5.

Tabla 5. Dimensiones seleccionadas para ambiente de realidad virtual

DIMENSIÓN	ACTIVIDAD
Diadococinesia	Mano Derecha Mano Izquierda
Equilibrio	Estático: Apoyo rectilíneo Punta de los pies Apoyo en un pie
	Dinámico: Marcha controlada Hacia adelante Hacia atrás Del lado izquierdo Del lado derecho Pie cojo izquierdo Pie cojo derecho Pies juntos adelante Pies juntos atrás
Noción de cuerpo	Autoimagen cara Imitación de gestos
Estructuración espacio temporal	Estructuración rítmica

Fuente: Elaboración Propia

Ejercicios como el de la dimensión 2 de la tabla 4, no se tienen en cuenta para la herramienta digital basada en realidad virtual, puesto que no es recomendable que la medición de la tonicidad se lleve a cabo mediante una herramienta digital, ya que para este punto se hace necesaria la palpación de los músculos del sujeto, y por ende, la presencia del evaluador quien por medio de su experticia puntúe al niño en la categoría correspondiente, así que las actividades que se tendrán en cuenta en la realización de la Herramienta digital se encuentran en la tabla 5.

8.2 CARACTERIZACION DE LOS EJERCICIOS DE EVALUACION DEL PERFIL PSICOMOTOR ASOCIADOS AL TDC EN EL SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

8.2.1 Descripción De Los Ejercicios

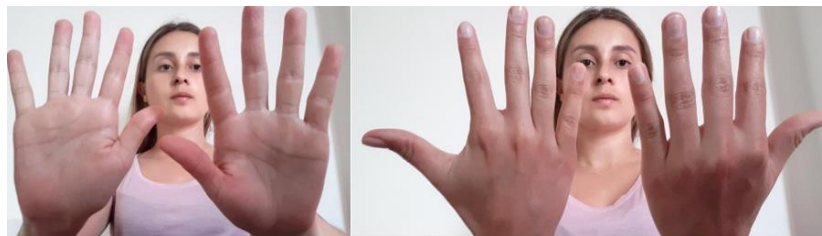
A continuación, se explicará cada uno de los ejercicios de evaluación psicomotora elegidas en el desarrollo de la herramienta digital.

8.2.1.1 *Diadococinecias*

Se entiende como la capacidad de realizar movimientos rápidos, repetidos y alternados. Las pruebas de diadococinesia pueden evaluar tanto el habla como los miembros superiores. (Albuquerque et al., 2017). Este ítem se concentra en 2 pruebas:

Prueba 1: el sujeto con sus brazos extendidos hacia el frente debe realizar la rotación simultanea de sus manos donde mostrará al evaluador sus palmas y posteriormente la parte dorsal de la mano con el fin de observar la pronación y supinación de las manos

Figura 6. Secuencia de Manos Prueba 1



Fuente: Elaboración Propia

Prueba 2: el sujeto con sus brazos extendidos hacia el frente debe realizar la rotación simultanea de sus manos donde mientras una mano muestra la palma y la otra muestra la parte dorsal con el fin de observar la pronación, supinación de las manos y a su vez si padece de alguna alteración en el ritmo.

Figura 7. Secuencia de Manos Prueba 2



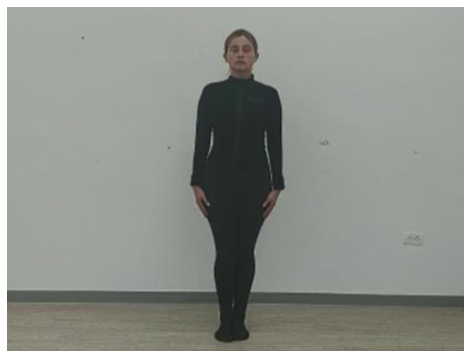
Fuente: Elaboración Propia

8.2.1.2 *Equilibrio Estático*

Se refiere a la capacidad de una persona de mantenerse erguido y estable sin realizar desplazamientos de su cuerpo. Es decir, el equilibrio estático supone la capacidad de mantenerse en pie de forma controlada sin realizar movimientos del cuerpo (Rehametrics, 2021). Este ítem comprende 3 ejercicios a evaluar, comprendidos por:

Inmovilidad: el niño deberá mantenerse en la posición orto-estática durante 60 segundos con los ojos cerrados y los brazos colgando a lo largo del cuerpo, con apoyo palmar de las manos y de los dedos en la cara lateral del muslo, pies juntos, simétricos y paralelos. En este ejercicio se debe evaluar si el niño tiene inclinaciones e hiperactividad durante la ejecución del ejercicio (Pardo et al., 2021).

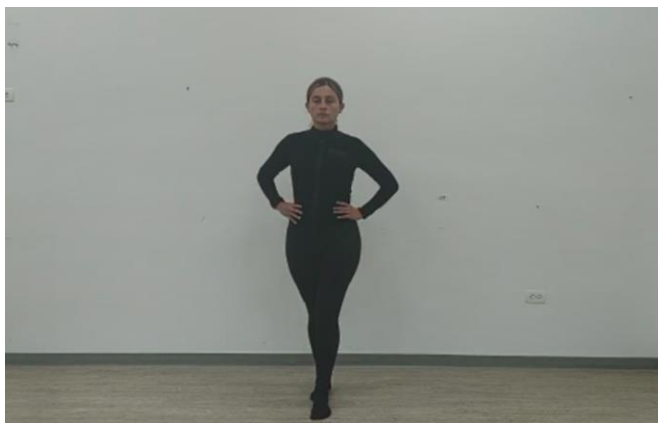
Figura 8. Inmovilidad



Fuente: Elaboración Propia

Apoyo Rectilíneo: el niño debe colocar un pie en la prolongación exacta del otro, estableciendo el contacto del calcáneo de un pie con la punta del pie contrario, permaneciendo con los ojos cerrados durante 20 segundos y las manos en la cintura. En el cual se fijará si el niño tiene tentativa de abrir los ojos, señales de disfunción vestibular marcadas, inclinación y movimientos de compensación (Pardo et al., 2021).

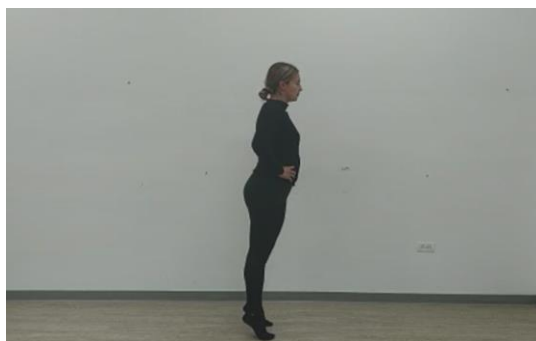
Figura 9. Apoyo Rectilíneo



Fuente: Elaboración Propia

Punta de los pies: el niño debe situar los pies juntos y mantenerse en equilibrio en el tercio anterior de los mismos y con los ojos cerrados durante 20 segundos y las manos en la cintura (Pardo et al., 2021).

Figura 10. Punta de Pies



Fuente: Elaboración Propia

Apoyo Unipodal: con los ojos cerrados durante 20 segundos y las manos en la cintura, el niño en las mismas condiciones que en las tareas anteriores, con los ojos cerrados, debe apoyarse en un único pie, flexionando la pierna contraria por la rodilla, en ángulo recto. Se debe registrar el pie dominante (Pardo et al., 2021).

Figura 11. Apoyo Unipodal



Fuente: Elaboración Propia

8.2.1.3 *Equilibrio Dinámico*

Capacidad para mantenerse erguido y estable mientras se realizan movimientos o acciones que requieren el desplazamiento o movimiento de una persona. De esta forma, cada vez que damos un paso en cualquier dirección, estamos poniendo a prueba este tipo de equilibrio (Rehametrics, 2021). Este ítem de ejercicios comprende 9 ejercicios:

Marcha controlada hacia adelante: Caminata en el suelo sobre una línea recta de 3 metros de largo, de modo que el calcañar de un pie toque en la punta del pie contrario, permaneciendo siempre con las manos en las caderas (Tamayo et al., 2011).

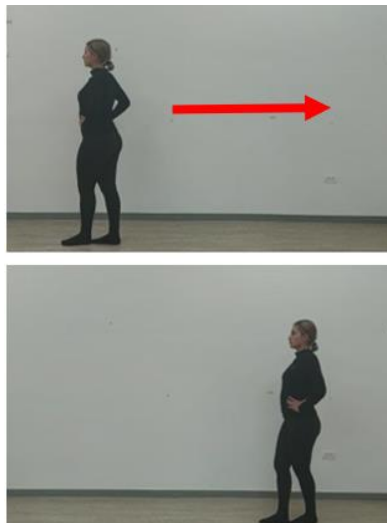
Figura 12. Recorrido Marcha Controlada Hacia Adelante



Fuente: Elaboración Propia

Marcha controlada hacia atrás: Caminata de espaldas en el suelo sobre una línea recta de 3 metros de largo, de modo que el calcañar de un pie toque en la punta del pie contrario, permaneciendo siempre con las manos en las caderas (Tamayo et al., 2011).

Figura 13. Recorrido Marcha Controlada Hacia Atrás

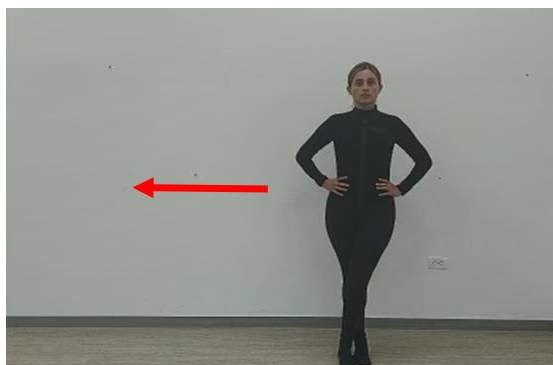


Fuente: Elaboración Propia

Marcha controlada de lado: Caminata de lado en el suelo sobre una línea recta de 3 metros de largo, de modo que cuando se haga el recorrido hacia el lado derecho el pie

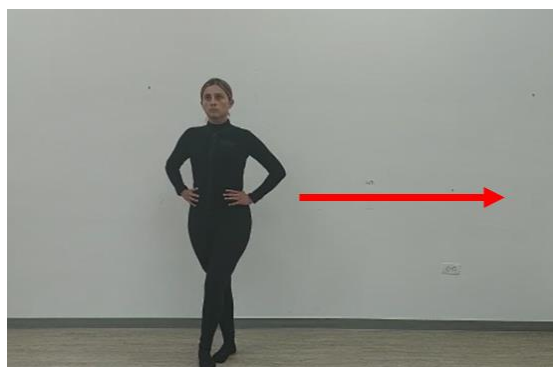
izquierdo pase delante del pie derecho y hacia el lado izquierdo, el pie derecho pase el pie detrás del pie izquierdo siempre con las manos en las caderas.

Figura 14. Recorrido Marcha Controlada Hacia la Derecha



Fuente: Elaboración Propia

Figura 15. Recorrido Marcha Controlada Hacia la Izquierda



Fuente: Elaboración Propia

Saltos con apoyo unipodal (izquierdo – derecho): el niño deberá cubrir la distancia de 3 metros en saltos con apoyo unipodal, registrando el pie escogido espontáneamente, manteniendo siempre las manos en las caderas: una vez terminada la primera tarea, el niño deberá concluir otro trayecto idéntico con el pie contrario. Se deben evaluar pies por separado (Pardo et al., 2021).

Figura 16. Salto con Apoyo Unipodal Derecho



Fuente: Elaboración Propia

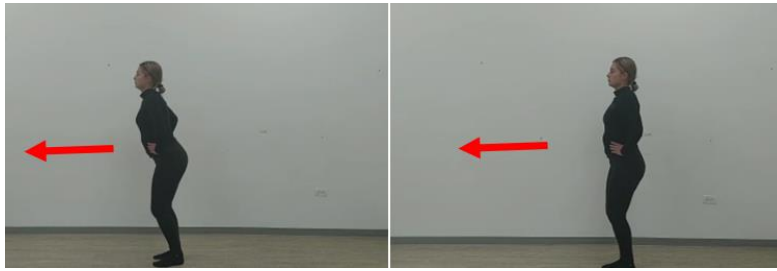
Figura 17. Salto con Apoyo Unipodal Izquierdo



Fuente: Elaboración Propia

Pies juntos (adelante-atrás): el niño deberá cubrir la distancia de 3 metros saltando con los pies juntos hacia adelante y posteriormente hacia atrás, con los brazos en la cintura.

Figura 18. Saltos con Pies Juntos Adelante



Fuente: Elaboración Propia

Figura 19. Saltos con Pies Juntos Atrás



Fuente: Elaboración Propia

8.2.1.4 *Noción del Cuerpo*

Se denomina también somatognosia y la definida como “la recepción análisis y el almacenamiento de las informaciones que provienen del cuerpo, reunidas sobre la forma de una toma de consciencia estructurada y almacenada somatotópicamente”. La Noción del Cuerpo o Somatognosia comprende la recepción, análisis y almacenamiento de las informaciones que provienen del cuerpo, reunidas sobre la forma de una toma de consciencia estructurada y almacenada (Pardo et al., 2021). Para este ítem se tendrán en cuenta 2 ejercicios:

Autoimagen Cara: este ejercicio consta de 4 tiempos, el sujeto debe estirar los brazos hacia los lados, en cada uno de los tiempos el sujeto debe con una mano tocarse la punta de la nariz y la otra mano dejarla totalmente estirada, después procederá a hacer el mismo ejercicio con la mano contraria, tal y como se puede apreciar en la figura 20.

Figura 20. Autoimagen Cara

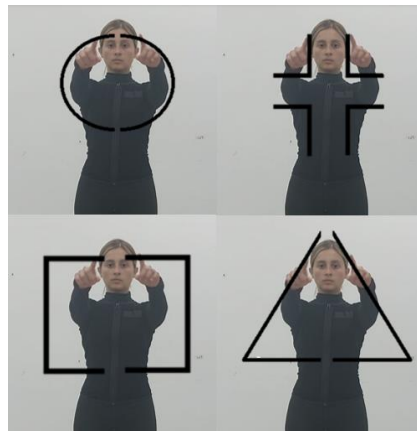


Fuente: Elaboración Propia

Imitación de gestos: Las subactividades que constituyen la prueba requieren tan solo la imitación directa (de figuras geométricas dibujadas en el espacio), no implicando la imitación cruzada, estudiando simultáneamente la organización perceptivo-visual del niño (Duarte, 2022). Para este punto se deben tener en cuenta las edades de los niños, dado que dependiente del rango de edad se tienen 4 imágenes. Se sugiere al niño que se mantenga de pie de cara al observador y que observe con mucha atención las cuatro posturas y gestos (dibujos en el espacio) que él va realizar

Para el niño en edad infantil (4-5 años), se realizarán los siguientes gestos bilaterales:

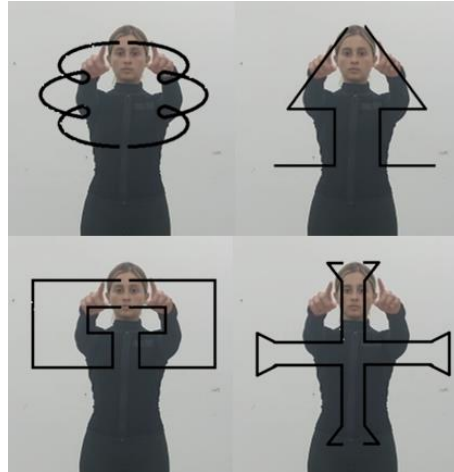
Figura 21. Secuencia de Imágenes para Edades 4-5 años



Fuente: Elaboración Propia

Para el niño en edad escolar (de los 6 años en adelante), se realizarán los siguientes gestos bilaterales:

Figura 22. Secuencia de Imágenes para Edades 6 años en adelante



Fuente: Elaboración Propia

8.2.1.5 Estructuración Espacio Temporal

“Es la capacidad que el individuo tiene para evaluar un movimiento en el tiempo secuencialmente, y que le permite no solo localizar acontecimientos en el tiempo, sino mantener las relaciones entre uno y otro acontecimiento” (da Fonseca, 1998b)

Estructuración Rítmica: Se le sugiere al niño que escuche con mucha atención la secuencia de golpes presentadas por el observador, debiendo a continuación sugerirle que reproduzca exactamente la misma estructura y el mismo número de golpes (golpes de lápiz en la mesa). Se realiza un ensayo asistido antes de iniciar las actividades (Duarte, 2022).

Figura 23. Estructuración Rítmica



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Estructuras Rítmicas

1	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○
2	●	●	○	●	●	○	●	●	○	○	○
3	●	●	○	○	●	○	○	●	●	○	○
4	●			○	●	●	○	○	●	●	○
5	●			●					●		●

Fuente: Elaboración Propia basada en (da Fonseca, 1998a)

En la tabla 6, se puede observar la composición de la estructuración rítmica donde se tiene que los círculos rellenos son golpes fuertes, los círculos sin relleno son golpes suaves y las casillas vacías se entienden como silencio o no golpes.

8.2.2 Análisis de los movimientos por cada segmento corporal

Tabla 7. Estructuración Actividad Vs Segmento Corporal

Movimiento	Pie Der.	Pie Izq.	Rodilla Der.	Rodilla Izq.	Mano Der.	Mano Izq.	Codo Der.	Codo Izq.	Dedos	Palmas
Diadococinesia					X	X			X	X
Apoyo rectilíneo	X	X								
Punta de los pies	X	X								
Apoyo en un pie	X	X	X	X	X	X				
Marcha controlada adelante- atrás	X	X	X	X	X	X				
Marcha controlada de lado Izq. - Der.	X	X	X	X	X	X				
Salto Unipodal	X	X	X	X	X	X				
Pies Juntos adelante- atrás	X	X	X	X	X	X				
Autoimagen Cara					X	X	X	X	X	
Imitación de Gestos					X	X	X	X	X	
Estructuración Rítmica					X	X	X	X		X

Fuente: Elaboración Propia

8.3 IMPLEMENTACION DE HERRAMIENTAS PARA EVALUACION DE PERFIL PSICOMOTOR ASOCIADOS A TDC

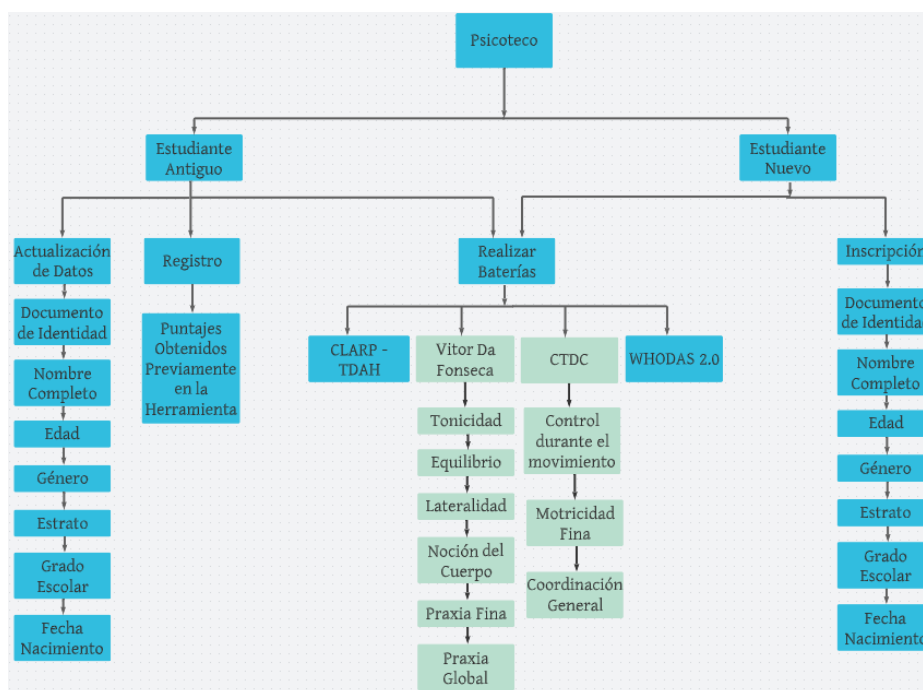
El enfoque principal de la herramienta realizada es la estandarización de las actividades que permiten evaluar el TDC, pero a su vez se encuentra la importancia de que herramientas como estas puedan ser llevadas a instituciones donde no cuentan con el personal calificado para realizar un diagnóstico al trastorno que pueda padecer el niño, por esta razón se hace necesaria la implementación de herramientas que se puedan utilizar en diferentes ambientes como los es el aula de clase y que parametricen las actividades, para que de este modo el diagnóstico no este ligado a la experticia del profesional.

La implementación de la herramienta se basa en la digitalización de la herramienta CTDC y en la realización de ambientes de realidad virtual.

8.3.1 Sistema De Digitalización De Herramientas

Psicoteco es un sistema de Caracterización escolar el cual unifica cuatro herramientas de evaluación de trastornos y discapacidad, en el marco de la tesis y el joven investigador se realizó la digitalización de dichos cuestionarios con el fin de llegar a las instituciones educativas y que los educadores, evaluadores y padres de familia tengan acceso al diligenciamiento de las misma. Su funcionamiento cumple con el flujograma presentado en la figura 24, donde a su vez se encuentran resaltadas las herramientas directamente relacionadas con este trabajo presentado y las dimensiones en las cuales se evalúan las pruebas.

Figura 24. Flujograma Psicoteco



Fuente: Elaboración Propia

La Batería de Vitor Da Fonseca relaciona actividades específicas con dimensiones necesarias para el desenvolvimiento en la vida cotidiana, esta batería permite que el evaluador analice la marcha, saltos, equilibrio en el desarrollo de las actividades donde su evaluación comprende puntajes del 1 al 5, siendo 1 el valor más bajo.

Figura 25. Digitalización de la Batería de Vitor da Fonseca



Fuente: Elaboración Propia Psicoteco

La digitalización de la herramienta en el sistema de caracterización inicia con una introducción sobre la Batería de Vitor Da Fonseca y explicando a quien ingrese al sistema que se entiende como: Superior, Bueno, Normal, Dispráxico y Deficitario.

Figura 26. Noción del Cuerpo, Estructuración Espacio Temporal y Lateralidad



Fuente: Elaboración Propia Psicoteco

El evaluador procede a realizar la prueba y le dice al niño que actividades debe realizar y por medio de Psicoteco puntúa el ejercicio de 1 a 5 según la efectividad y la perfección en la realización.

Figura 27. Módulo Equilibrio y Tonicidad

Fuente: Elaboración Propia Psicoteco

Para las actividades relacionadas con equilibrio el evaluador debe solicitar al niño que haga movimientos en el caso del equilibrio dinámico y posiciones donde deberá permanecer en quietud, los parámetros para la realización de estas pruebas deben estar claros en el momento de hacer los ejercicios dado que como se explicó en la sección anterior relacionada a la caracterización de ejercicios las actividades deben estar desarrollados por un tiempo o por una distancia.

Figura 28. Módulo Praxia Global y Praxia Fina

Fuente: Elaboración Propia Psicoteco

La Praxia global se puede percibir de diferentes maneras según el autor del que se trate, para muchos ésta puede ser considerada como coordinación dinámica general, motricidad gruesa entre otros conceptos y la praxia fina integra todas las consideraciones ya expuestas en la Praxia global, pero de una manera compleja, ya que comprende la micromotricidad y la pericia manual, de donde resulta la antropogénesis (Pardo et al., 2021).

Figura 29. Puntuación de Resultados



Fuente: Elaboración Propia Psicoteco

Posterior a la evaluación y el cargue de los puntajes en la plataforma, el sistema de caracterización le entregará en tiempo real al evaluador los resultados de cada uno de los factores psicomotrices, el puntaje total, le dirá en qué nivel del perfil psicomotor se encuentra el niño y le entregará información adicional como son las observaciones y le dirá en cada uno de los factores psicomotrices que perfil tiene el niño y por último el resultado y una explicación de a que se refiere ese resultado.

Para que estos resultados estén a disposición en cualquier momento el programa almacena la información relacionada con sus resultados por medio del nombre y documento de Excel donde no solo almacena la información de la Bateria de Vitor Da Fonseca sino también las de las demás herramientas incluyendo el CTDC.

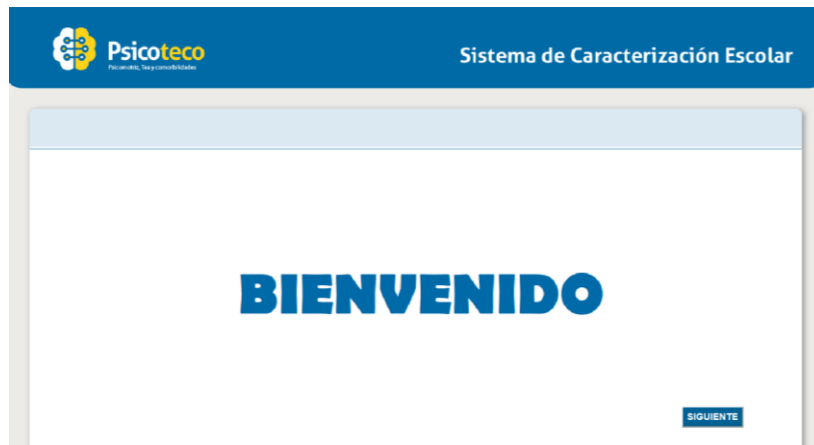
Figura 30. Base de Datos Excel

Caracterización Escolar																	
Creado por: Universidad Autónoma de Manizales																	
Documento de Identidad	Nombre completo	Edad	Genero 1/M o 2/F	Estrato socioeconómico	Grado	Fecha de Nacimiento				Certificación de discapacidad 1/Si o 2/No	Diagnostico 1	Diagnostico 2	Diagnostico 3	Clap 1	Ctdc 1	Da fonseca 1	Whodas 1
						Día	Mes	Año									
1065569420	Kimberly Mosquera	11	2	2	6	10	5	2011		0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	20,229	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia Psicoteco

El CTDC aborda el área de coordinación y movimiento mediante una encuesta la cual puede ser diligenciada por padres de familia o educadores donde cada pregunta está relacionada con las actividades realizadas en la cotidianidad como por ejemplo aquellas que se relacionan con sus manos o cuando se está en movimiento. La digitalización de la herramienta permite que se pueda tener disponible en cualquier momento y lugar con el fin de evaluar que tan fácil le es al niño desarrollar actividades de juego, escritura y coordinación.

Figura 31. Herramienta de Caracterización Escolar



Fuente: Elaboración Propia Psicoteco

Dado que la coordinación de un niño(a) puede mejorar cada año en la medida que crece y se desarrolla la herramienta permite el almacenamiento de los datos con el fin de poder

realizar comparaciones entre los puntajes obtenidos en diferentes pruebas y de esa manera analizar las mejoras y limitaciones del niño respecto a las dimensiones evaluadas.

Figura 32. Sistema de Elección para el Acceso a los Datos



Fuente: Elaboración Propia Psicoteco

Para todo estudiante nuevo se deber realizar la inscripción de la información personal para que de este modo el sistema pueda crear una base de datos con información útil y tenerla almacenada para realizar la trazabilidad de la realización de los cuestionarios y de su DSM.

Figura 33. Ficha de Inscripción

The image shows a web interface for 'Psicoteco' titled 'Sistema de Caracterización Escolar'. At the top left is the logo with the text 'Psicoteco' and 'Por el bienestar, hoy y siempre'. At the top right is the title 'Sistema de Caracterización Escolar'. Below this is a navigation bar with a back arrow and the text 'Por favor llene todos los espacios en blanco, y al finalizar presione "Inscribir"'. The main content area is a registration form with the following fields: 'Documento de identidad:' (text input), 'Nombre Completo:' (text input), 'Edad:' (text input), 'Género:' (radio buttons for '1M' and '2F'), 'Estrato socioeconómico:' (text input), 'Grado escolar:' (text input), and 'Fecha de nacimiento:' (text input with sub-fields for 'Dia', 'Mes', and 'Año'). On the right side, there is a section for 'Certificación de discapacidad:' with a radio button for '1N' or '2No', and three 'Diagnóstico:' fields (1, 2, and 3) with text inputs. At the bottom right is a blue button labeled 'INSCRIBIR'.

Fuente: Elaboración Propia Psicoteco

Antes de realizar la encuesta el programa instruye al usuario sobre el trastorno con el fin de enseñar la importancia del uso consciente de la herramienta. Adicionalmente, se tiene claro

que el tratamiento de los datos es un tema susceptible así que para poder ingresar al sistema es necesario que el padre de familia o el docente tenga a la mano la contraseña y así evitar el riesgo de ingresar la información a un usuario diferente.

Figura 34. Panel de seguridad

Psicoteco
Psicología, Teoría y Consultoría

Sistema de Caracterización Escolar

Cuestionario para el Trastorno del Desarrollo de la Coordinación CTDC

EL CTDC es un cuestionario de tamizaje que evalúa la coordinación de los niños de 6 a 15 años en tres aspectos: control durante el movimiento, motricidad fina y escritura, y coordinación general. Es un cuestionario valioso para detectar tempranamente señales de alarma de dificultades en la coordinación, que puedan afectar el desempeño del niño en su vida diaria, hogar y escuela.

Fecha de hoy

Día Mes Año

Por favor ingrese la contraseña de acceso: _____ **EMPEZAR**

Fuente: Elaboración Propia Psicoteco

Una vez el usuario ingrese a la plataforma con la fecha del día en el que está realizando la prueba podrá tener acceso a las preguntas concernientes para cada una de sus dimensiones como lo son: Control de Movimiento, Motricidad Fina y Coordinación General.

Figura 35. Ítem Control Durante el Movimiento

Psicoteco
Psicología, Teoría y Consultoría

Sistema de Caracterización Escolar

Cuestionario para el Trastorno del Desarrollo de la Coordinación

Por favor, piense en otros niños(as) de la misma edad de su niño(a), y ahora proceda a comparar la actividad en mención, marcando: (1) No se parece, (2) Un poco parecido, (3) Moderadamente parecido, (4) Muy parecido, (5) Extremadamente parecido

Control durante el movimiento

Su niño(a) lanza una pelota de forma precisa y controlada. 1 2 3 4 5

Su niño(a) salta fácilmente obstáculos encontrados en un jardín o una zona de juegos. 1 2 3 4 5

Su niño(a) atrapa una pelota pequeña (por ejemplo, una pelota de tenis) lanzada desde una distancia de 2 metros aproximadamente. 1 2 3 4 5

Su niño(a) corre tan rápido y de manera similar a otros niños de su misma edad y sexo. 1 2 3 4 5

Su niño(a) golpea en forma precisa con un bate o una raqueta una pelota o un objeto pequeño que se aproxima. 1 2 3 4 5

Si su niño(a) planea realizar una actividad motora, puede acomodar su cuerpo para realizarla y completarla de manera efectiva (por ejemplo, construir muros con cartón, alfileres o cables, moverse entre los equipos y aparatos de una zona de juegos, construir una casa o una estructura con bloques, o utilizar materiales para manualidades). 1 2 3 4 5

BORRAR

Fuente: Elaboración Propia Psicoteco

Figura 36. Ítem Motricidad Fina / Escritura

Fuente: Elaboración Propia Psicoteco

Figura 37. Coordinación en General

Fuente: Elaboración Propia Psicoteco

Una vez diligenciado el programa en tiempo real realiza el puntaje que obtuvo en cada uno de los ítems evaluados y el total de la realización de la encuesta, a su vez le dará el resultado basado en la tabla de interpretación del CTDC y exportará todo a una base de datos en Excel.

Figura 38. Panel de resultados

Fuente: Elaboración Propia Psicoteco

Tabla 7. Interpretación de Resultados CTDC

Para niños en edad de 5 años 0 meses a 7 años y 11 meses	
15 - 46	Indicación de TDC o sospecha de TDC
47 - 75	Probablemente no hay TDC
Para niños en edad de 8 años 0 meses a 9 años 11 meses	
15 - 55	Indicación de TDC o sospecha de TDC
56 - 75	Probablemente no hay TDC
Para niños en edad de 10 años 0 meses a 15 años	
15 - 57	Indicación de TDC o sospecha de TDC
58 - 75	Probablemente no hay TDC

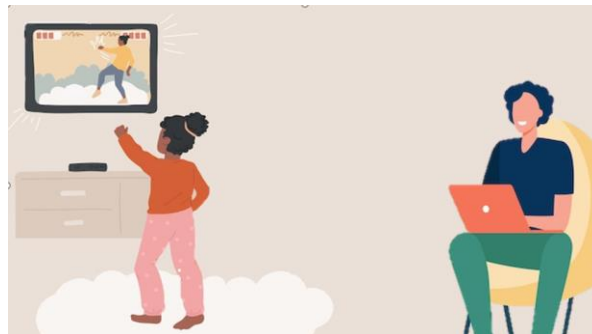
Fuente: Elaboración Propia basada en (Salamanca et al., 2011)

Para esta herramienta se tiene el Manual de Usuario Psicoteco la cual está incluida dentro de la lista de anexos.

8.3.2 Sistema de realidad virtual

Una vez caracterizados las actividades a realizar se procede a realizar los entornos virtuales por medio del software Unity, y teniendo en cuenta los segmentos corporales que participan de cada ejercicio, se procede a la animación del avatar. Cabe mencionar que para la utilización de esta herramienta es posible que quien va a hacer uso de ésta, pueda escoger entre dos avatares disponibles con el que mejor se sienta identificado. Para propósitos de no saturar de imágenes este documento, se tendrán las animaciones en los anexos, y solo se presentarán las del avatar femenino.

Figura 39. Diagrama de Realización de la Prueba y el evaluador



Fuente: (Grupo CMM, 2020; IStock, 2022)

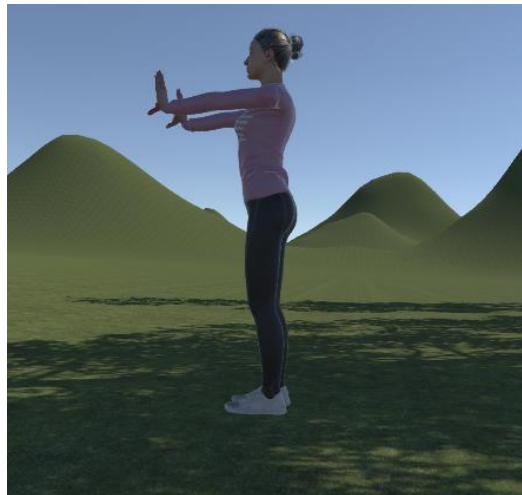
Figura 40. Avatar realizando ítem Diadococinesia Prueba 1



Fuente: Elaboración Propia

Para la realización de estas animaciones se diseñan ambientes tranquilos y con colores neutros que permitan que el niño se concentre en la realización de los ejercicios.

Figura 41. Avatar en vista lateral realizando ítem Diadococinesia Prueba 1



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la figura 40 y 41, el avatar tiene las manos extendidas hacia el frente permitiendo visualizar sus palmas tal y como se estableció en el diseño del videojuego y como lo indica la Batería de Vitor Da Fonseca.

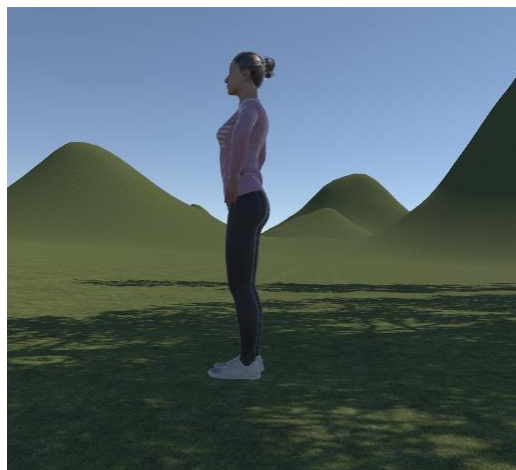
Figura 42. Avatar realizando ítem Diadococinesia Prueba 2



Fuente: Elaboración Propia

Cabe resaltar que en la prueba 2 de diadococinesias una mano debe estar mostrando so parte dorsal mientras que la otra la parte palmar.

Figura 43. Avatar realizando Inmovilidad (Equilibrio Estático)



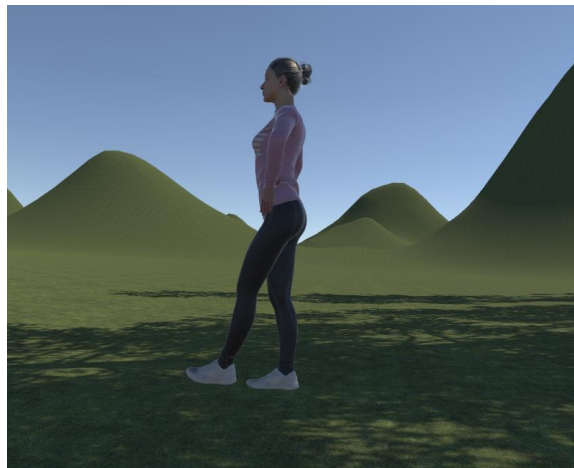
Fuente: Elaboración Propia

Figura 44. Avatar realizando Inmovilidad Vista Frontal (Equilibrio Estático)



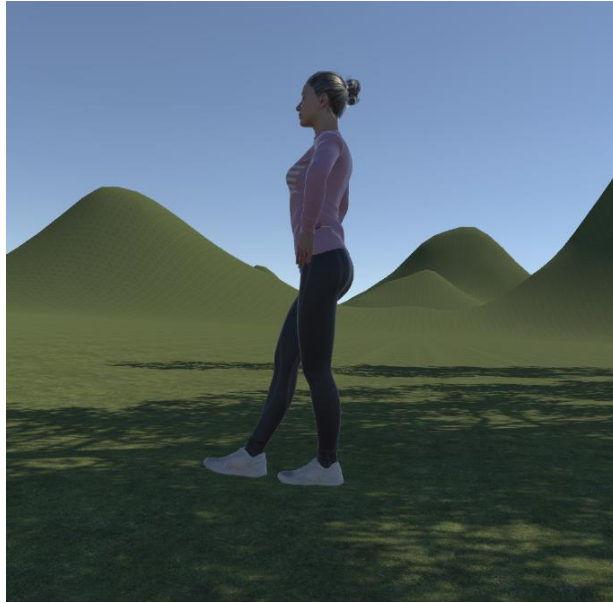
Fuente: Elaboración Propia

Figura 45. Avatar realizando Apoyo Rectilíneo Pie Izq. (Equilibrio Estático)



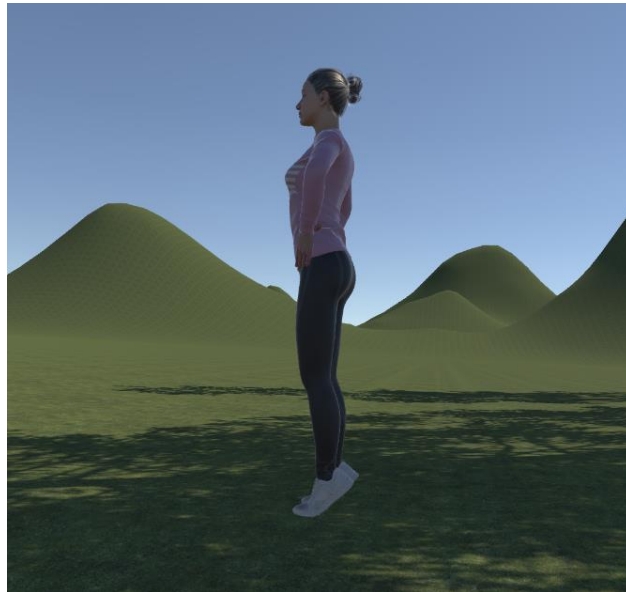
Fuente: Elaboración Propia

Figura 46. Avatar realizando Apoyo Rectilíneo Pie Der. (Equilibrio Estático)



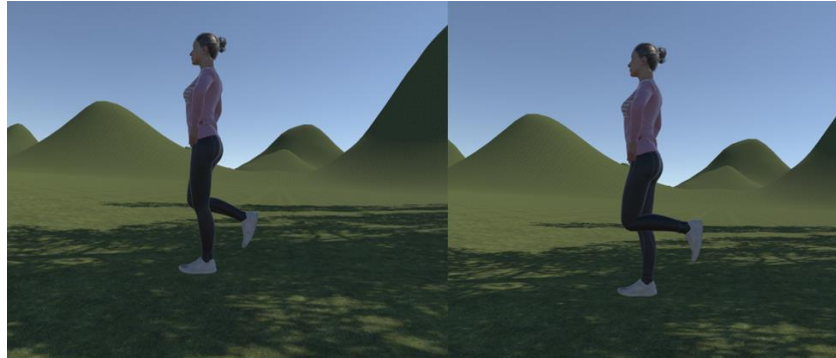
Fuente: Elaboración Propia

Figura 47. Avatar realizando Punta de Pies (Equilibrio Estático)



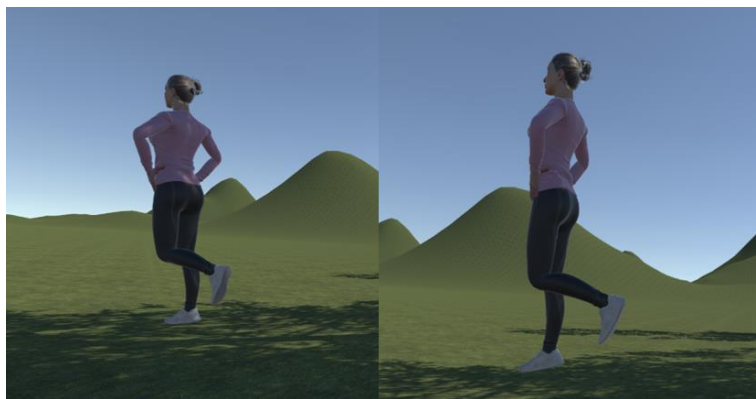
Fuente: Elaboración Propia

Figura 48. Avatar realizando Apoyo Unipodal (Equilibrio Estático)



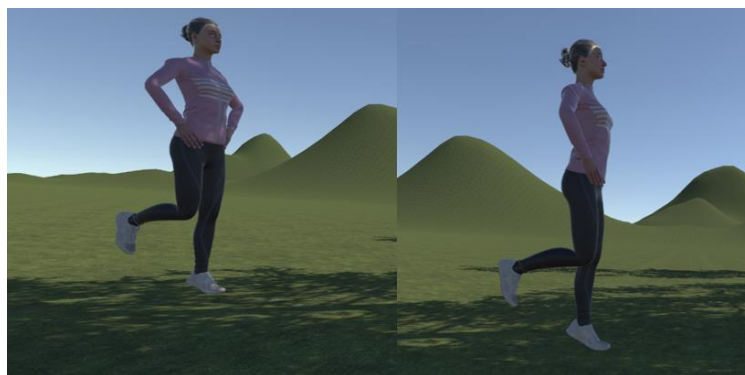
Fuente: Elaboración Propia

Figura 49. Avatar realizando Salto Unipodal Pie Der. (Equilibrio Dinámico)



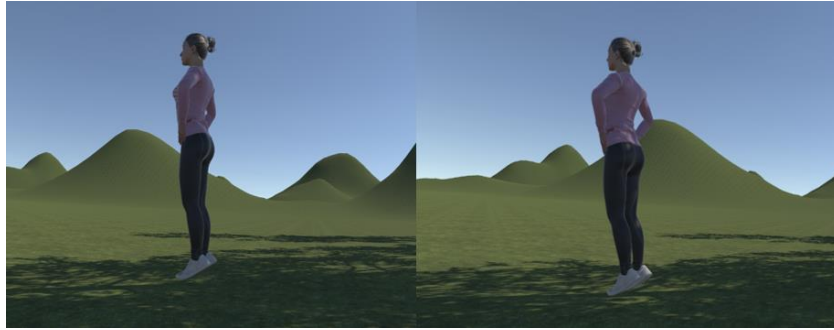
Fuente: Elaboración Propia

Figura 50. Avatar realizando Salto Unipodal Pie Izq. (Equilibrio Dinámico)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 51. Avatar realizando Salto Pies Juntos. (Equilibrio Dinámico)



Cabe aclarar que todas las actividades que fueron caracterizadas se integraron a la herramienta como animaciones y se encuentran anexos a este documento.

8.3.3 Evaluación De La Prueba

Se presentó la prueba a un grupo de 6 estudiantes entre rangos de edad de (13-14) años, pertenecientes a una Institución Educativa de carácter Público de la ciudad de Manizales. Previamente a la realización de la prueba se indagó de manera individual a los estudiantes si anteriormente habían tenido una evaluación o un diagnóstico relacionado con problemas de Coordinación, Equilibrio o Lateralidad. Los estudiantes refirieron no haber participado anteriormente en una evaluación y por ende no tener un diagnóstico relacionado con el TDC.

Figura 52. Avatar realizando Salto Pies Juntos. (Equilibrio Dinámico)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 53. Niño realizando ejercicio de Diadococinesia



Fuente: Elaboración Propia

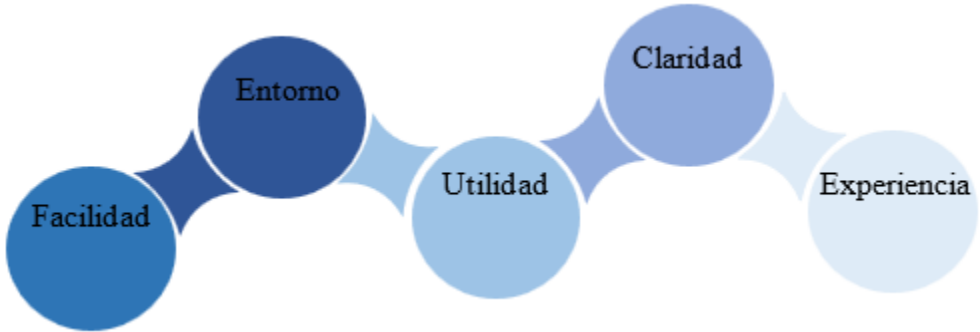
La prueba se proyectó mediante una pantalla y se percató que el lugar donde el niño realizará las actividades estuviera libre de obstáculos y objetos para que se permitiera la realización fluida de los movimientos. Se les solicitó a los niños que estuvieran atentos a la pantalla donde observaran de manera detallada lo que les mostrará el avatar, cada video se proyectó por 10 segundos con velocidad lenta, una vez terminado la reproducción del video se preguntaba si había claridad en la actividad que tenían que hacer, se les explicaba los parámetros de la prueba como manos en la cintura, ojos cerrados o mirada al frente, la reproducción de los videos se hizo dos veces, previamente a la actividad y durante la actividad, la realización total de las actividades tomaba aproximadamente 15 minutos, posterior a esto se realizaba la encuesta.

8.3.4 Desarrollo De La Encuesta

La encuesta se realizó con el fin de conocer la experiencia de los estudiantes con la prueba realizada y de este modo indagar que tan factible es la aplicación de esta evaluación en las instituciones. Para esto se determinó que la encuesta se haría de modo anónimo, así el estudiante no se sentiría presionado respecto a lo que debe responder.

Por este motivo la encuesta consta de preguntas sencillas y fáciles de comprender para que el sujeto las realice de manera individual y confidencial, donde se abordan los siguientes ítems:

Figura 54. Ítems de la Encuesta



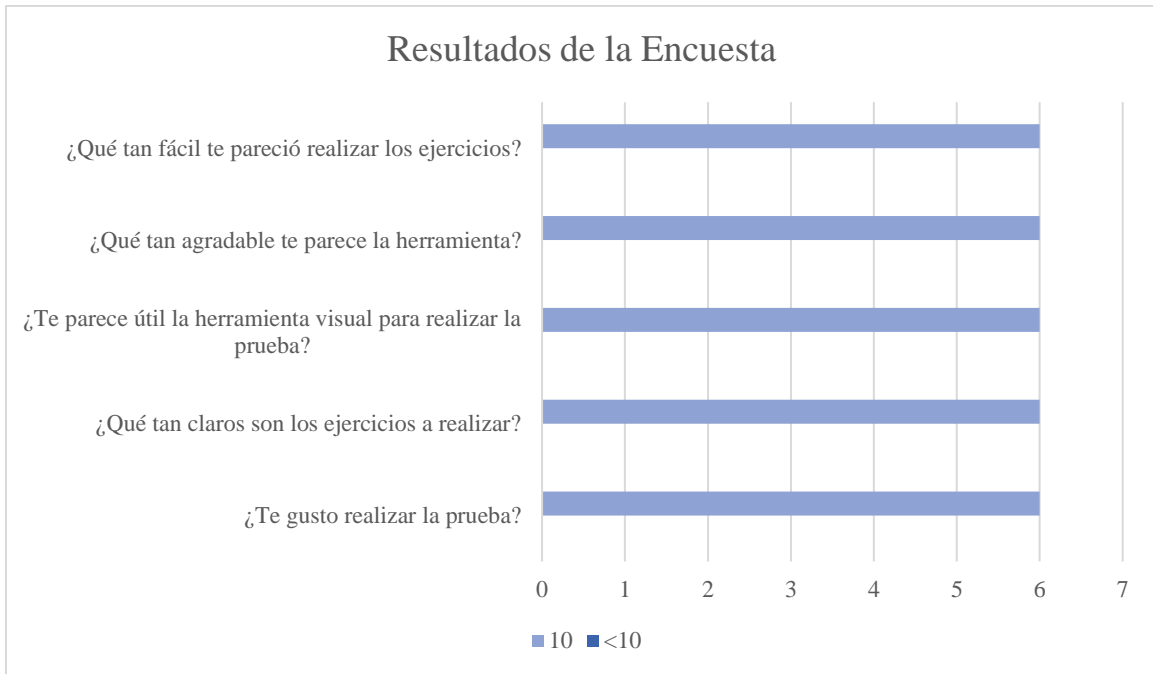
Fuente: Elaboración Propia

Figura 55. Encuesta Aplicada



Fuente: Elaboración Propia

Figura 56. Resultados de la Encuesta



Fuente: Elaboración Propia

9 RESULTADOS ADICIONALES

Desempeño de funciones como Joven Investigadora Minciencias en la Universidad Autónoma de Manizales con el proyecto: Análisis multidimensional en niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA) y niños Neurotípicos en la ciudad de Manizales. Fase de Apropiación Social del Conocimiento (febrero de 2020 – febrero 2021)

Participación en el Coloquio de Neurociencias de la Universidad Autónoma con la conferencia Autismo, neuronas espejo y estudios realizada el 18 de noviembre del 2020.

Beneficiaria del fondo de becas de la primera cohorte de Manizales más Innovadora con el eje temático “Primera Infancia”.

Publicación del artículo Trastorno del Espectro Autista y Sistema de Neuronas Espejo: el rol de las diferencias individuales, aceptado en Revista Puertorriqueña de Psicología.

Capítulo de libro: Estudio electrofisiológico de señales cognitivo-motoras en niños, niñas y adolescentes con trastorno del espectro autista (TEA). En libro resultado de investigación: Análisis multidimensional de niños, niñas y adolescentes con trastorno del espectro autista (TEA) - En proceso de edición.

Par evaluador de póster en el Encuentro Virtual Departamental de Semilleros de Investigación – RREDSI

Ponencia Presentación de Resultados de Investigación de los estudiantes beneficiados con fondo de becas Manizales más Innovadora.

10 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1 ANALISIS DE ANTECEDENTES Y DISEÑO DE LA HERRAMIENTA

El análisis de antecedentes permitió conocer las múltiples herramientas que están a disposición para la evaluación del área motora en los niños y a su vez guiar cuales pueden llegar a ser más relevantes para la investigación respecto a la población que evalúan, las actividades que se llevan a cabo y las herramientas a usar como para este proyecto que fue importante que contaran con validación.

10.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS EJERCICIOS DE EVALUACIÓN DEL PERFIL PSICOMOTOR ASOCIADOS A TDC EN EL SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

La caracterización de los ejercicios permitió que se hiciera un análisis desde la viabilidad de la implementación de la actividad respecto al protocolo, ya que esto concientiza al desarrollador de las capacidades que dispone el hardware a utilizar y a mirar con objetividad.

Es necesario reconocer que es indispensable la presencia del evaluador puesto que en la batería hay actividades que no se pueden llevar a cabo por medio de la digitalización de una herramienta, como por ejemplo la tonicidad que para la calificación de este ítem es necesaria la palpación del evaluador al tono muscular que el niño presente

10.3 IMPLEMENTACION DE HERRAMIENTAS PARA EVALUACIÓN DEL PERFIL PSICOMOTOR ASOCIADOS A TDC

10.3.1 Sistema De Digitalización De Herramientas

La digitalización de herramientas puede llegar a ser un instrumento clave en las instituciones educativas puesto que en muchos planteles no se cuenta con psicólogos en el plantel educativo y la aplicación de cuestionarios en físico representa la inversión de grandes sumas de dinero puesto que no solo se basa en la impresión de las herramientas sino el tiempo que se toma evaluar estudiante por estudiante, puntuar, sacar promedios y

hacer la búsqueda de que significa cada resultado, con una herramienta que centralice cuestionarios y que se encargue de realizar todos los procesos anteriormente descritos permite que los planteles educativos tengan una caracterización de una población estudiantil que puede ser susceptible al padecimiento de un entorno y así poder iniciar una ruta de atención con el fin de que el niño pueda llegar a su diagnóstico a tiempo.

10.3.2 Sistema De Realidad Virtual

La implementación del sistema de realidad virtual visto desde las pruebas realizadas al grupo de estudiantes permite comprender que es necesario incorporar herramientas de este tipo en las instituciones dado que gran parte de niños y jóvenes nunca han recibido una evaluación respecto al desarrollo de su parte motora. Es por esto que la herramienta se hace tan útil puesto que solo se necesita una pantalla o un proyector para poder realizar la prueba y la persona que este capacitada puede centrarse en observar al niño realizando actividades de manera natural.

10.3.3 Evaluación De La Prueba

La prueba hecha a la herramienta permite que la realización de la misma se entienda desde los ojos de aquello que son protagonistas en el funcionamiento, muestra que las ordenes deben ser claras y sencillas. Que para cumplir con el objetivo que se plantea desde el inicio que es la estandarización de la prueba se debe dejar una herramienta clara y que a medida que esta vaya avanzando respecto a los avances tecnológicos o enfoques investigativos que se tengan siempre será necesario llevar la prueba a las aulas para evaluar que tan amigable es el entorno con el estudiante y que tan fácil es para el interactuar con este tipo de herramientas.

Se evidencia de que a pesar de que el investigador no es una persona capacitada para dar un diagnóstico en el momento de la prueba, a algunos de los estudiantes les cuesta mantener el equilibrio y la realización de algunas de las actividades les cuesta más que a sus otros compañeros, confrontando estos hechos a lo referido por los estudiantes de nunca haber

tenido una evaluación. Con esto se pretende demostrar de que es posible que en una misma aula pueda haber más de un niño con limitaciones en la parte motora sin diagnósticos ni tratamientos, lo que conlleva día a día la probabilidad de que no solo la discapacidad se agrave sino estar expuestos al desarrollo de una comorbilidad a su trastorno de base.

10.3.4 Desarrollo De La Encuesta

La encuesta realizada en los 6 estudiantes tuvo una calificación de 10 en cada uno de los ítems: facilidad, entorno, utilidad, claridad y experiencia. Esto evidencia que el carácter gráfico que se concentra en el avatar quien es el encargado de realizar la demostración de cada una de las actividades es un elemento importante en el desenvolvimiento de las pruebas. También se debe dar instrucciones previas a la prueba como son el trayecto por donde deben realizar el ejercicio o cuantas veces deben ejecutar un ejercicio, estas instrucciones también deben ser dadas por el avatar para que de este modo la concentración este completamente guiada a la pantalla.

11 CONCLUSIONES

Al realizar la búsqueda de los antecedentes y el análisis de las herramientas evaluativas se puede interpretar que la visibilización del trastorno en la edad temprana es de suma importancia puesto que permite al niño la posibilidad de acceder a un tratamiento el cual disminuya las repercusiones del trastorno.

Para la caracterización de los ejercicios es indispensable la revisión de baterías y antecedentes puesto que este proceso permite que el investigador conozca las herramientas a las cuales les pueda dar uso y pueda incluir en la realización del proyecto, esto conlleva que las actividades estén centradas al cumplimiento de los objetivos y adicionalmente este al tanto de las limitaciones del software a utilizar.

El desarrollo de esta herramienta es muy útil dado que niños y niñas de diferentes instituciones educativas podrán tener acceso a la evaluación del trastorno y a su vez permite que los resultados que se obtengan no sean susceptibles a la subjetividad del evaluador puesto que al parametrizar y estandarizar las actividades se garantizará que el niño cumpla con los factores que la batería indique como lo es estar en cierta posición o la forma en la cual debe estar el resto de su cuerpo como son manos en la cintura y ojos cerrados.

12 RECOMENDACIONES

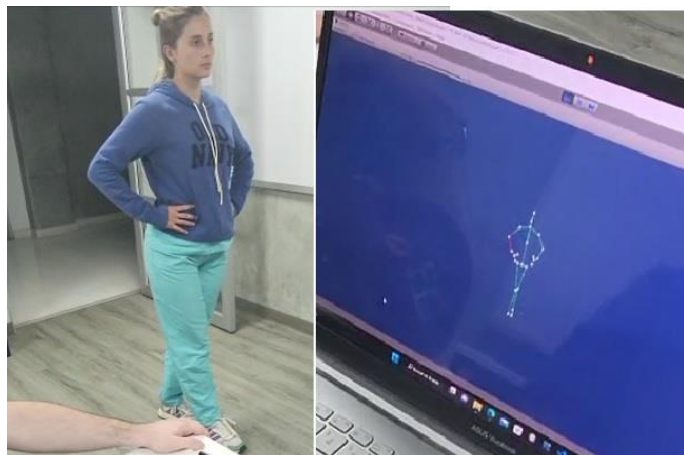
La evaluación es una etapa importante para la caracterización de trastornos y esto visualiza la necesidad de que grupos de investigación continúen trabajando en el desarrollo de herramientas que permitan la caracterización dado que con un diagnóstico en etapas tempranas se permitirá que los niños puedan tener acceso a un tratamiento a tiempo y con esto la disminución de limitaciones que pueda presentar en su vida cotidiana y en el desarrollo de actividades escolares.

El desarrollo de herramientas simples puede ser más efectivo y tener mayor grado de aceptación a la hora de implementarse en la población objetivo, puesto que para el investigador no es posible predecir la cantidad de niños que necesiten de la evaluación, la facilidad de acceso a la institución y la disposición de recursos a los cuales se puedan enfrentar, es por esto que las herramientas deben ser diseñadas con el fin de garantizar la accesibilidad del niño a la evaluación y esto se puede llevar a cabo mediante herramientas que no necesiten de un gran uso de recursos, de grandes inversiones y que adicionalmente la capacitación de su uso no conlleve una gran complejidad.

13 TRABAJOS FUTUROS

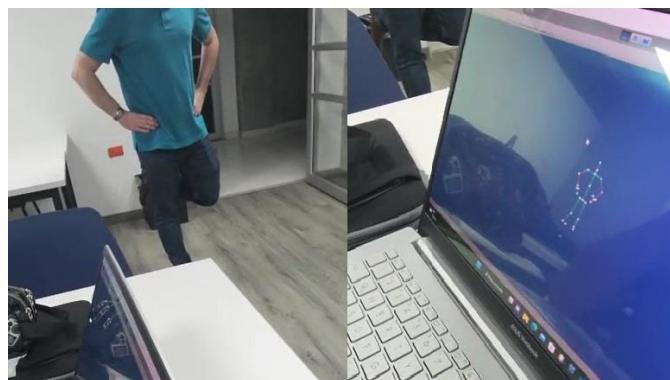
El paso a seguir en la herramienta se basa en la automatización de algunas de las actividades que ya están implementadas, es decir que no solo se tendrá una estandarización en la evaluación, sino que también el niño podrá acceder a la evaluación de algunas de sus actividades en tiempo real. Con el fin de darle cumplimiento a este propósito por medio de la Universidad Autónoma de Manizales y el Laboratorio de Biomecánica estudiantes de pregrado y maestría continuarán trabajando en el proyecto presentado.

Figura 57. Automatización del Módulo Equilibrio Estático (Apoyo Rectilíneo)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 58. Automatización del Módulo Equilibrio Estático (Apoyo Unipodal)



Fuente: Elaboración Propia

14 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, J. T. da C., Macedo, T. P., Favero, F. M., Barbosa, A. F., Caromano, F. A., & Voos, M. C. (2017). Avaliação interdisciplinar da diadococinesia: um estudo piloto. *Fisioterapia e Pesquisa*, 24(4), 420–426. <https://doi.org/10.1590/1809-2950/17681624042017>
- Alcaldía de Manizales. (2015). *POLITICA PUBLICA DISCAPACIDAD-MANIZALES*.
- Alzate, C., César, J., Perea, C., & Santiago, A. (2020). *Boletines Poblacionales: Personas con Discapacidad-PCD 1 Oficina de Promoción Social I-2020*.
- American Psychiatric Association. (2013). *DSM-5*. www.appi.org
- Becerra Encina, C., & Ulloa Fuentes, B. (2016). *Perfil Psicomotor en niños, adolescentes y jóvenes con Trastorno del Espectro Autista que realizan Actividad Física de la Agrupación*.
- Beltrán, C., Diaz, A., & Zapata, M. (2016). *SINDROME DE ASPERGER ASPECTOS TEÓRICOS Y PREVALENCIA EN DOS CIUDADES DE COLOMBIA*.
- Ceriani, J. (2015). Errores de diagnóstico en la práctica médica. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 113(3). <https://doi.org/10.5546/aap.2015.194>
- Coyne, J. C., Thompson, R., & Racioppo, M. W. (2001). Validity and efficiency of screening for history of depression by self-report. *Psychological Assessment*, 13(2), 163–170. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.13.2.163>
- da Fonseca, V. (1998a). *INSTRUMENTO BATERIA PSICOMOTORA (BPM) VITOR DA FONSECA*.

- da Fonseca, V. (1998b). *Manual de Observación Psicomotriz* (Primera). INDE.
<https://books.google.com.ec/books?id=kNrRIgjAoYEC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Díaz, A. (2018). *Los beneficios en el rendimiento motor, equilibrio y control postural de los tratamientos de fisioterapia en el trastorno del desarrollo de la coordinación*.
- Duarte, S. (2022). *Manual de Observacion Psicomotriz Vitor da Fonseca*.
<https://www.studocu.com/latam/document/universidad-iberoamericana/tecnicas-psicoterapeuticas/administracion-bpm/30116929>
- Editorial Etecé. (2022). *Software*.
<https://concepto.de/software/#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20software%20es%20un,y%20que%20permite%20su%20funcionamiento.>
- Ehlers, S., Gillberg, C., & Wing, L. (1999). A Screening Questionnaire for Asperger Syndrome and Other High-Functioning Autism Spectrum Disorders in School Age Children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 29, 129–141.
<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1023040610384#author-information>
- Fejerman, N., & Fernandez, E. (2007). Desarrollo psicomotor. In *Neurología Pediátrica*.
- Fejerman, N., & Tabakian, E. (2015). *Trastornos del desarrollo en niños y adolescentes : conducta, motricidad, aprendizaje, lenguaje y comunicación* (Paidós, Ed.).
- Fernández, S. (2018). *Diseño de prototipo de material de apoyo para la estimulación de la lateralidad en niños con Trastorno del Espectro Autista*.
- Forteza, M. del S., Escandell, M. O., & Castro, J. J. (2013). Detección temprana del autismo: Profesionales implicados. *Revista Española de Salud Pública*, 191–199.
- Fuerte, K. (2013). *¿Qué son los Serious Games_ - Observatorio - Instituto para el Futuro de la Educación*. <https://observatorio.tec.mx/edu-news/que-son-los-serious-games/>

- Giglioli, I. A. C., Pravettoni, G., Martín, D. L. S., Parra, E., & Raya, M. A. (2017). A novel integrating virtual reality approach for the assessment of the attachment behavioral system. *Frontiers in Psychology*, 8(JUN). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00959>
- Gómez-Benito, J., Hidalgo, M. D., & Guilera, G. (2010). EL SESGO DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN. TESTS JUSTOS. *Papeles Del Psicólogo*, 31, 75–84. <http://www.cop.es/papeles>
- Grupo CMM. (2020). *4 Herramientas Para Tu Equipo Remoto*. 14/1/23, 12:324
Herramientas Para Tu Equipo Remoto - Grupo CMM <https://grupocmm.com/4-herramientas-para-equipo-remoto/>
- HopToys. (2013). *Trastorno del desarrollo de la coordinación (TDC)*.
<https://www.bloghoptoys.es/trastorno-del-desarrollo-de-la-coordinacion-tdc/>
- Hospital Universitario Ramon y Cajal. (2021). *Sesgos en la evaluación de pruebas diagnósticas*. www.hrc.es/bioest/roc_3.htm
- Iberdrola. (2021). *Realidad Virtual, la tecnología del futuro*.
<https://www.iberdrola.com/innovacion/realidad-virtual>
- IStock. (2022, October 12). *Ilustraciones de Stock - Actividad Física*.
<https://www.istockphoto.com/es/vector/juega-al-juego-de-sensores-aislados-dibujos-animados-ilustraci%C3%B3n-vectorial-gm1432511191-474732491>
- Linexperts. (2021). *¿Cómo se gestiona el proceso de desarrollo de software?*
<https://linexperts.com/blog/como-se-gestiona-el-proceso-de-desarrollo-de-software>
- MedlinePlus. (2018). *Trastorno del desarrollo de la coordinación*.
<https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001533.htm> Dirección de esta página: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001533.htm>

- Mindyra. (2020). *El trastorno del desarrollo de la coordinación en niños y adolescentes*.
<https://www.mindyra.com/es-cr/solutions/child/developmentalcoordinationdisorder>
- Moreno, D. (2017). *Diseño de implementación de un programa de intervención en niños con trastorno del desarrollo de la coordinación*.
- Palmer, S. C., & Coyne, J. C. (2003). Screening for depression in medical care. *Journal of Psychosomatic Research*, 54(4), 279–287. [https://doi.org/10.1016/S0022-3999\(02\)00640-2](https://doi.org/10.1016/S0022-3999(02)00640-2)
- Pardo, M., Quispe, C., & Quispe, K. (2021). *Batería Psicomotora De Vítor Da Fonseca con Ficha*. <https://www.studocu.com/bo/document/universidad-mayor-de-san-simon/pediatrica-internado/bateria-psicomotora-de-vitor-da-fonseca-con-ficha/17053668>
- Presidencia de la República de Colombia. (1991). *CONSTITUCION POLITICA DE COLOMBIA 1991*.
- Redondo, A. (2020). *Sesgos cognitivos en la ciencia*.
- Redondo, R. P., & Guerra Begoña, G. (2009). El niño con trastorno del desarrollo de la coordinación ¿Un desconocido en nuestra comunidad? *Norte de Salud Mental*, 18–30.
- Rehametrics. (2021). *Equilibrio dinámico*. <https://rehametrics.com/equilibrio-dinamico-estatico-diferencias/#:~:text=Por>
- Rendón-Macías, M. E., Valenzuela, M., & Villasis-Keever, M. Á. (2020). Sesgos en los estudios de pruebas de diagnóstico: implicación en la estimación de la sensibilidad y especificidad. *Revista Alergia México*, 67(2), 165–173.
<https://doi.org/10.29262/ram.v67i2.771>
- Rodero, E. A., Iriarte, T. P., Esmeral, L. M., de la Hoz, E. J. M., Carbarcas, S. P., Modesto, S. R., Pereira, L. A., & León, G. B. (2021). Perfil motor según la batería vítor da

fonseca en una población escolar de instituciones educativas del distrito de barranquilla en el año 2018. *South Florida Journal of Development*, 2(2), 1898–1896. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n2-059>

Rodrigues, J., Gigliotti, M., & Pereira, K. (2008). Perfil psicomotor na Praxia Global e Fina de crianças de três a cinco anos pertencentes à escola privada e pública. *ConScientiae Saúde*, 7(2), 151–158. <https://doi.org/10.5585/conssaude.v7i2.1167>

saint Luke. (2019). *7 tipos de trastornos del neurodesarrollo en niños*. <https://saintluke.edu.mx/7-tipos-de-trastornos-del-neurodesarrollo-en-ninos/>

Salamanca Duque, L., Naranjo Aristizabal, M., & Gozález Marin, A. (2013). Validez y confiabilidad del cuestionario del trastorno del desarrollo de la coordinación versión en español. *Revista Ciencias de La Salud*, 11, 263–273.

Salamanca, L., Naranjo, M., Gonzalez, A., Giraldo, B., Guerrero, IG., & Letts, A. (2011). *THE DEVELOPMENTAL COORDINATION DISORDER QUESTIONNAIRE 2007 (DCDQ´07)*. <http://www.dcdq.ca>

Salamanca LM, L. M., Naranjo MM, M. M., Díaz-Plata LM, L. M., & Salinas-Velasco RI, R. I. (2016). Estudio de asociación del trastorno del desarrollo de la coordinación con los problemas de conducta en niños de la ciudad de Bucaramanga, Colombia. *Ciencias de La Salud*, 14(3), 353–365. <https://doi.org/10.12804/revsalud14.03.2016.04>

Santamaría Granados, L., Francisco, J., & Moreno, M. (2014). *CONSTRUCTION OF VIRTUAL WORLDS FOR SKILLS DEVELOPMENT OF LATERALITY BASED ON WEB3D*. 9, 13–25. <http://www.educacioneningenieria.org>

Santos, S. (2020). *CINCO APLICACIONES PARA FACILITAR LA ADQUISICIÓN DE LA LECTOESCRITURA EN ALUMNOS CON TEA*.

Sharp, L., & Lipsky, M. (2002). Screening for Depression Across the Lifespan: A Review of Measures for Use in Primary Care Settings. *American Family Physician*, 66.

Tamayo, V., Diana, M., Muñoz Rodríguez, I., Giraldo, S., Daniel, G., Gutiérrez, G., Mesa, M. L., Builes, L. T., & Tamayo Builes, L. (2011). *CARACTERIZACIÓN DEL PERFIL PSICOMOTOR Y PREVALENCIA DE LAS DIFICULTADES DEL APRENDIZAJE EN LOS NIÑOS Y NIÑAS DE PRIMARIA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA INEM, SEDE GUILLERMO ECHAVARRÍA MISAS DE MEDELLÍN.*

Understood. (2018). *Entender el trastorno del desarrollo de la coordinación.*
https://www.understood.org/es-mx/articles/understanding-developmental-coordination-disorder-dcd#Señales_y_síntomas_del_DCD

Universidad de Valencia, & Fundación Orange. (2009). *Pictogram Room.*
www.pictogramas.org/proom/init.do?method=whoWeAreTab

Vericat, A., & Orden, A. (2012). *El desarrollo psicomotor y sus alteraciones: entre lo normal y lo patológico.* 2977–2984.

Zamora, J., & Abaira, V. (2008). *Análisis de la calidad de los estudios de evaluación de pruebas diagnósticas.* 28.

15 ANEXOS

15.1 ANEXO A. MANUAL DE USUARIO PSICOTECO

Manual que brinda información sobre el manejo y uso del software de caracterización escolar PSICOTECO, en el cual se encuentra la digitalización de 4 instrumentos de tamizaje que corresponden a: Cuestionario para el Trastorno del Desarrollo de la Coordinación, Batería Vitor Da Fonseca, Cuestionario para la evaluación de limitaciones en la actividad y restricciones en la participación de niños con TDAH y WHODAS 2.0. Además, se explica acerca del manejo de la base de datos generada en un Excel, así como también el registro de estudiantes.

Figura 59. Manual Psicoteco



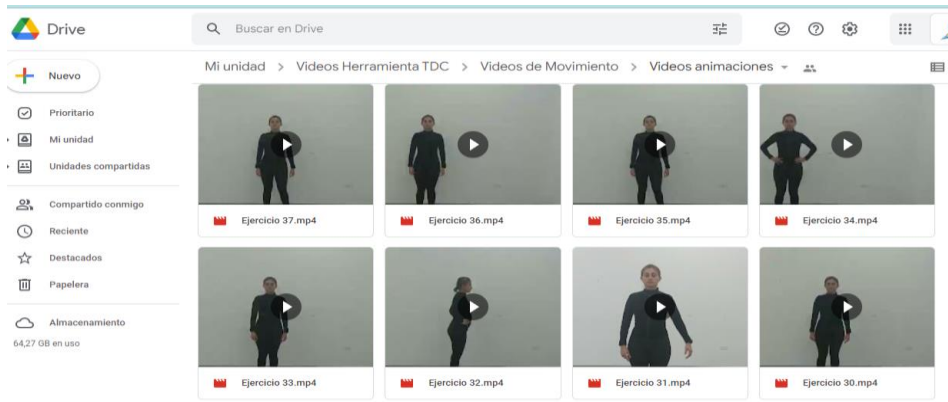
Fuente: Elaboración Propia

15.2 ANEXO B. VIDEOS DE MOVIMIENTOS

Para que todo aquel que esté interesado en visualizar los movimientos caracterizados para incluir en la herramienta, debe seguir el siguiente link lo cual lo llevará a una carpeta en Drive con todos los videos.

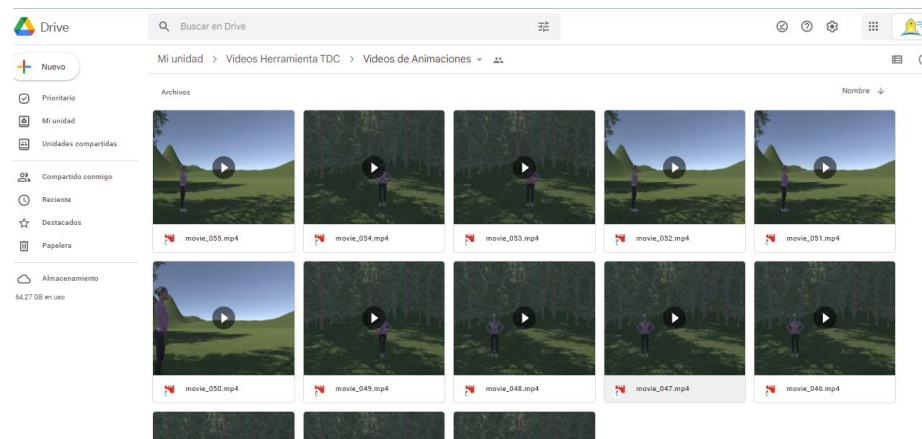
https://drive.google.com/drive/folders/1wx3Av6mh_C6IHfJsfwHNsYLEpeO6phlH?usp=sharing

Figura 60. Carpeta con Videos de Movimientos



Fuente: Elaboración Propia

Figura 61. Carpeta con videos de Animaciones



Fuente: Elaboración Previa