

Universidad Internacional de La Rioja  
Facultad de Educación

Máster Universitario en Neuropsicología y Educación  
**Efectividad de las terapias asistidas con  
caballos en la mejora de la memoria de  
trabajo y la escritura en niños de 10-12 años  
con trastorno del desarrollo de la  
coordinación**

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Trabajo fin de estudio presentado por: | María Fernanda Gutiérrez Melo     |
| Modalidad de trabajo:                  | Proyecto de investigación         |
| Directora:                             | Patricia Crespo Alberto           |
| Fecha:                                 | Bogotá, Colombia, Septiembre 2022 |

## Agradecimientos

A Quien ha encaminado mis pasos bajo Su guía.

A Quien me ha sostenido y me da fuerzas para continuar.

A Quien sabía desde un inicio que entraría en este maravilloso mundo de la neuropsicología.

A Quien puso este llamado y visión en mí.

A Quien debo la vida, mis logros y mis sueños.

A Dios, gracias.

A quienes me apoyaron durante este periodo de aprendizaje, siendo pacientes y aliviando las cargas. A mi hijo y a mi familia, gracias.

A mi caballo sanador, Durazno, a quien Dios usó para enseñarme su asombrosa capacidad de conexión y sanación. Eres la otra pieza de este gran sueño de Siloé - Healing & Freedom.

A mi directora Patricia, por su esmero y dedicación, pero sobre todo por el ánimo brindado para seguir adelante persiguiendo mi sueño. A los demás docentes de este Máster por todo el conocimiento compartido y disposición para guiar mi aprendizaje. Muchas gracias.

## Resumen

Actualmente, la prevalencia de los trastornos del neurodesarrollo en niños ha venido incrementando de forma alarmante en comparación con más de una década atrás, siendo el Trastorno del Desarrollo de la Coordinación uno de ellos. Este trastorno, junto con otros factores, interfiere en la correcta adquisición de los procesos grafomotores de la escritura, afectando la calidad de la caligrafía misma del infante al generar un retraso en este proceso. Se incorporan las terapias asistidas con caballos como una alternativa de intervención para tratar esta dificultad bajo los principios terapéuticos básicos de la hipoterapia, buscando corroborar la efectividad de la misma. Por esta razón, se establece como objetivo del presente estudio el diseñar un proyecto de investigación para evaluar el beneficio de la hipoterapia como alternativa terapéutica en la mejora de la capacidad de la memoria de trabajo y de los procesos grafomotores en la escritura de niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación. Esta investigación de enfoque cuantitativo se desarrolló bajo un diseño experimental puro de medidas pre y postratamiento con grupo de control aplicando la prueba t-student para recoger las diferencias de las medias de las variables implicadas. Se definió la variable independiente como el recibir o no intervención por hipoterapia, y la memoria de trabajo, los procesos grafomotores en la escritura y la coordinación motora como las variables dependientes, cada una siendo evaluada por medio de las pruebas WISC-V (Wechsler, 2015), PROESCRI Primaria (Artiles-Hernández y Jiménez-González, 2007) y CSAPPA (Arch Dis Child, 2007), respectivamente. Se resalta el valor de la hipoterapia y se espera contar con el apoyo de otros investigadores para continuar con el descubrimiento de sus beneficios en el tratamiento de diversos trastornos del neurodesarrollo y su aplicación en la neuropsicología educativa.

**Palabras clave:** terapias asistidas con caballos, trastornos psicomotores, trastorno del desarrollo de la coordinación, procesos grafomotores, escritura, programa de intervención.

## Abstract

Currently, the prevalence of neurodevelopmental disorders in children has been increasing alarmingly compared to more than a decade ago, with the Developmental Coordination Disorder (DCD) being one of them. This disorder, along with other factors, interferes with the correct acquisition of the graphomotor skills related to writing, affecting the quality of the infant's more technical motor processes that are necessary for writing, by generating a delay in this process. Horse-assisted therapies are incorporated as an intervention alternative to treat this difficulty under the basic therapeutic principles of hippotherapy, seeking to corroborate its effectiveness. For this reason, the objective of this study is to design a research project to evaluate the benefits of hippotherapy as a therapeutic alternative to improve the working memory capacity and graphomotor processes for writing in children aged 10-12 years with developmental coordination disorder. This quantitative approach research was developed under a pure experimental design of pre- and post-treatment measures with a control group, applying the t-student test to collect the differences of the means of the variables involved. The independent variable was defined as receiving or not receiving hippotherapy intervention, and working memory, graphomotor processes in writing, and motor coordination as the dependent variables, each one being evaluated by means of the following tests: WISC-V (Wechsler, 2015), PROESCRI Primaria (Artiles-Hernández y Jiménez-González, 2007) and CSAPPA (Arch Dis Child, 2007), respectively. The value of hippotherapy is highlighted and the support of other researchers is expected to continue discovering its benefits in the treatment of various neurodevelopmental disorders and its application in educational neuropsychology.

**Keywords:** equine-assisted therapy, psychomotor disorders, developmental coordination disorder, graphomotor skills, handwriting, intervention program.

## Índice de contenidos

|  |    |
|--|----|
| 1. Introducción  | 9  |
| 1.1. Justificación del tema elegido                              | 9  |
| 1.2. Problema y finalidad del trabajo                            | 12 |
| 1.3. Objetivos del TFE   | 13 |
| 2. Marco Teórico   | 14 |
| 2.1. Desarrollo psicomotor                                       | 14 |
| 2.1.1. Trastornos psicomotores                                   | 17 |
| 2.1.2. Trastorno del desarrollo de la coordinación               | 18 |
| 2.2. Funciones ejecutivas  | 20 |
| 2.2.1. Memoria de trabajo  | 20 |
| 2.3. Escritura: procesos cognitivos y procesos neuropsicológicos | 22 |
| 2.3.1 Retraso y baja calidad en la adquisición de la escritura   | 23 |
| 2.4. Relación de variables                                       | 24 |
| 3. Metodología   | 28 |
| 3.1. Objetivos   | 28 |
| 3.2. Hipótesis   | 28 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo                               | 29 |
| 3.4. Diseño  | 30 |
| 3.5. Variables medidas e instrumentos aplicados                  | 31 |
| 3.6. Procedimiento y cronograma                                  | 33 |
| 3.7. Análisis de datos   | 34 |
| 3.8. Recursos humanos, materiales y económicos                   | 35 |
| 4. Discusión y Conclusiones                                      | 37 |

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación

|   |    |
|---|----|
| 4.1. Discusión  | 37 |
| 4.2. Conclusiones esperadas   | 39 |
| 4.3. Limitaciones esperadas   | 40 |
| 4.4. Prospectiva  | 40 |
| Referencias bibliográficas  | 42 |
| Anexo A. Tabla 1. Uso médico actual de los caballos                           | 47 |
| Anexo B. Consentimiento informado   | 48 |
| Anexo C. Centro de hipoterapia propio de la autora. Siloé - Healing & Freedom | 49 |

## Índice de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Representación gráfica del homúnculo                      | 15 |
| Figura 2. Modelo de memoria de trabajo de 4 componentes de Baddeley | 21 |

## Índice de tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Uso médico actual de los caballos   | 47 |
| Tabla 2. Principales teorías sobre las concepciones del desarrollo psicomotor                              | 16 |
| Tabla 3. Criterios diagnósticos DSM-5 del TDC  | 19 |
| Tabla 4. Beneficios fisioterapéuticos y psicoterapéuticos de los principios terapéuticos de la hipoterapia | 26 |
| Tabla 5. Diseño de la aplicación de medidas pre y postratamiento con grupo control                         | 31 |
| Tabla 6. Procedimiento y Cronograma  | 34 |
| Tabla 7. Recursos necesarios para la realización del proyecto de investigación                             | 35 |

## 1. Introducción

### 1.1. Justificación del tema elegido

El uso de animales para el beneficio humano data desde que hay memoria o evidencia alguna y, dentro de los beneficios que estos seres otorgan a las personas, están los de la salud. El caballo ha sido uno de los animales más implementados; incluso desde la época de Hipócrates, 458 A.C., quien vio en ellos un instrumento para “regenerar la salud y preservar el cuerpo de muchas dolencias”. La hipoterapia se define como una terapia alternativa que emplea el caballo con el fin de facilitar la rehabilitación sensorial, motora, física, mental y emocional de diversos trastornos que afectan a los seres humanos, beneficiándose de la transmisión del calor corporal del caballo, del impulso rítmico y de la marcha de este, un patrón tridimensional que hace las veces de la marcha de una persona. La transmisión de información ordenada que proporciona el caballo en forma de movimiento, estímulos propioceptivos, sensitivos y motores y que influye en el sistema nervioso del jinete o paciente, permite integrar dicha información, convertirla en aprendizaje y de esa forma, facilitar la recuperación de tales deficiencias (Moreno, 2014). Así entonces, el caballo toma el rol de co-terapeuta y el entorno de naturaleza en donde se desarrolla este tipo de terapia tiene de igual forma un papel clave que suma a la rehabilitación del paciente, ya que los espacios verdes, el aire puro y fresco, los sonidos de los animales y del viento en medio del silencio, brindan bienestar emocional, físico y psicológico. “El entorno en donde se desarrolla la terapia es al aire libre, lo que estimula al paciente a ejercitarse con mayor libertad y la evolución positiva de su condición de salud es significativa (Flores, 2021).

Dado el auge de la utilización de animales en pro de un beneficio físico y mental del hombre, nacen las intervenciones asistidas por animales (IAA de ahora en adelante) las cuales se han venido implementando con mayor aprobación durante los últimos años como parte de los programas terapéuticos en pacientes con trastornos del neurodesarrollo. La hipoterapia es una de estas IAA y la razón científica prima básicamente en una de las características mencionadas anteriormente: la energía cinética que genera el caballo, las vibraciones, el calor y los estímulos que produce el animal, repercuten directamente en el paciente y favorecen su rehabilitación. Gracias a los resultados favorables que se ven evidenciados en los participantes, su aceptación es cada vez mayor. Conclusiones de investigaciones previas afirman que efectivamente “la

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación

popularidad que la hipoterapia ha obtenido en los últimos años se debe a los grandes beneficios que aporta a los usuarios” (Gámez Calvo, 2022), siendo implementada en el área médica con variedad de aplicaciones como se puede observar en la Tabla 1 (ver Anexo A), donde se precisa la aplicación para atender diversos problemas de salud bajo diferentes modalidades, el tipo de intervención a implementar y el problema de salud que trata. Dentro de las áreas o modalidades se encuentran la ortopedia, psicología, neurodesarrollo y aprendizaje, entre otras.

De igual forma, la literatura disponible en este campo detalla la existencia de otros términos que hacen parte de las terapias asistidas por equinos y que se utilizan sin mayor discriminación, aunque unos con más frecuencia que otros. Estos, listados en orden de popularidad, son la hipoterapia, terapia asistida con caballos o equinoterapia, la monta terapéutica, las actividades asistidas con equinos, el aprendizaje asistido o facilitado por equinos, vaulting terapéutico y aprendizaje experimental facilitado por equinos o psicoterapia facilitada con equinos, según lista White-Lewis (2020).

El aspecto crítico del cual surge el interés para realizar este estudio, es que hoy en día se encuentra un mayor número de niños con algún tipo de trastorno del neurodesarrollo en comparación con más de una década atrás, como lo es el caso del Trastorno del Desarrollo de la Coordinación, y esto debido a diferentes factores, más sin embargo, principalmente debido al entorno, tanto en el momento de la concepción como durante el desarrollo del feto. Otros factores trascendentales son los relacionados con los hábitos de los padres, exposición a radiaciones de elementos tecnológicos y tiempos de pantalla prolongados, poca o nula estimulación durante los primeros años de vida y escasas interacciones biología-ambiente, entre otros. Hay evidencias de cifras alarmantes sobre el incremento de las tasas de prevalencia de trastornos como por ejemplo el Trastorno del Espectro Autista (TEA), el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH), el Trastorno Específico del Aprendizaje (TEAp) y el ya mencionado, Trastorno del Desarrollo de la Coordinación (TDC). Hace 20 años, el TEA era considerado un trastorno inusual y hoy en día 1 de cada 42 bebés niños son diagnosticados con autismo; el TDAH es hoy 10 veces más común a lo que era hace una década y se estima que estos casos incrementen de un 15 a un 20% anualmente, habiendo habido un incremento del 42% en los últimos 8 años y de los cuales al 60 - 70 % de estos niños presentan comorbilidades; uno de cada cinco estudiantes o 15 - 20% de la población escolar en Estados Unidos presenta una deficiencia en el aprendizaje basada en algún TEAp, siendo la

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación dislexia el tipo más común seguida de la discalculia, la cual está presente en cerca del 10% de la población escolar; y así otros trastornos del neurodesarrollo han ido aumentando al mismo ritmo (Melillo, 2015). Según la guía de consulta de los criterios diagnósticos del DSM-5, en referencia al TDC en los niños, trastorno enfoque de este estudio, la prevalencia es del 5-6 % de los niños entre 5 y 11 años, entre estos hay niños de 7 años de los cuales el 1,8 % está diagnosticado de un trastorno del desarrollo de la coordinación grave, y el 3 % de trastorno del desarrollo de la coordinación probable (Sociedad Americana de Psiquiatría, 2014), en donde el riesgo es significativamente superior en infantes prematuros, aún sin presentar secuelas neurológicas aparentes. Si estos valores no alarman ni generan interés por llevar a cabo una acción inmediata para mitigarlos, ¿entonces qué se requiere que suceda? Es de urgencia y de extrema importancia el dar una respuesta eficaz a esta clara necesidad que vienen presentando las nuevas generaciones.

La presente propuesta de investigación surge de la necesidad y urgencia de brindar alternativas para mitigar, complementar y buscar dar solución a lo mencionado anteriormente e, igualmente, surge de la necesidad de realizar estudios e investigaciones de alta calidad metodológica para que las intervenciones asistidas por caballos sean una práctica estándar con procedimientos estandarizados que permitan ser adoptados, aplicados y evaluados a gran escala para sacar el máximo provecho y corroborar o no la efectividad de la hipoterapia en este campo. Este propósito se apoya en afirmaciones de autores que manifiestan que “investigaciones continuas de intervenciones complejas que integren la hipoterapia y el movimiento equino como una herramienta terapéutica, deben garantizarse” (Wood y Fields, 2021). Adicionalmente, al conocer los obstáculos académicos que se presentan como consecuencia de los trastornos psicomotores en los niños de edad escolar, principalmente en la habilidad de la escritura debido a trastornos del tono muscular y del desarrollo de la coordinación, se pretende intervenir estas dificultades de una forma eficaz y así lograr un óptimo desempeño académico al mejorar su autoconcepto y seguridad en sí mismos.

Un motivo adicional para la elección del tema de estudio se deriva de un interés personal al ser el hijo de la autora un joven de 12 años quien nació prematuro y presenta puntualmente la dificultad que la investigación pretende atender: trastorno del desarrollo de la coordinación más hipotonía, lo cual ha afectado su proceso de adquisición de una correcta caligrafía. Al tener la

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación

oportunidad de estar vinculados a un centro ecuestre, nació la idea de trabajar en pro de esta necesidad apoyándose en las terapias asistidas con caballos. Y no sólo eso, nace también el sueño de fundar un Centro de hipoterapia propio, Siloé Healing & Freedom, enfocado a tratar e investigar procesos de intervención en trastornos del neurodesarrollo (enlace del centro provisto en Anexo C) con el fin de contribuir a la búsqueda de posibles soluciones para brindar mejoría y una mejor calidad de vida. Por estas razones, resulta de especial interés plantear el objetivo de este estudio para lograr determinar la eficacia de la hipoterapia en la mejora de las funciones ejecutivas –específicamente la memoria de trabajo– y la habilidad en la lengua escrita –procesos grafomotores en la escritura– en estudiantes con trastornos motores, puntualmente el trastorno de la coordinación, con el propósito de definir procedimientos estandarizados y así, mediante los resultados que se obtengan, contribuir metodológicamente a la investigación en este campo.

### Problema y finalidad del trabajo

Dada la escasa y precaria evidencia científica disponible en el campo de las intervenciones asistidas por caballos y tomando en cuenta la creencia de los posibles beneficios de esta práctica, nace el interés por corroborar o desmentir dicha creencia al diseñar un proyecto de investigación para contribuir metodológica y disciplinariamente a el estudio del campo de la hipoterapia y poder de esta forma recoger datos sobre su aporte en el área de interés de esta investigación, puntualmente la mejora de la memoria de trabajo y de las habilidades del lenguaje escrito –procesos grafomotores en la escritura– en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación.

Se espera precisar de manera metodológica un plan de intervención fiable para replicar en los centros de hipoterapia u otros centros que ofrezcan monta terapéutica como alternativa de intervención, con el fin de lograr resultados óptimos y perdurables y, a su vez, contribuir con la percepción de autoeficacia, autoestima y autoconcepto de los participantes del estudio, repercutiendo positivamente en su rendimiento académico. Por lo tanto, la finalidad del presente trabajo es poder afirmar que la hipoterapia es una alternativa científica capaz de proveer evidencia empírica significativa en la intervención del trastorno de la coordinación, brindando mejoría en niveles de motricidad, coordinación y tonicidad muscular. Consecuentemente, se buscará determinar la eficacia de esta monta terapéutica en la mejora de las funciones ejecutivas y de los

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación  
procesos grafomotores en la escritura de niños de 10 a 12 años con TDC.

## 1.2. Objetivos del TFE

**Objetivo general:** Diseñar un proyecto de investigación para evaluar el beneficio de la hipoterapia como alternativa terapéutica en la mejora de la capacidad de la memoria de trabajo y de los procesos grafomotores en la escritura de niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación.

### **Objetivos específicos:**

1. Llevar a cabo una revisión de la literatura científica existente sobre el trastorno de la adquisición de la coordinación en infantes, memoria de trabajo y su influencia en los procesos grafomotores en la escritura así como sobre la hipoterapia y su aplicación en la intervención de trastornos motores.
2. Proponer el diseño de una investigación cuantitativa con medidas pre y postratamiento con grupo de control.
3. Discutir los posibles resultados corroborando o rechazando las hipótesis propuestas.

## 2. Marco Teórico

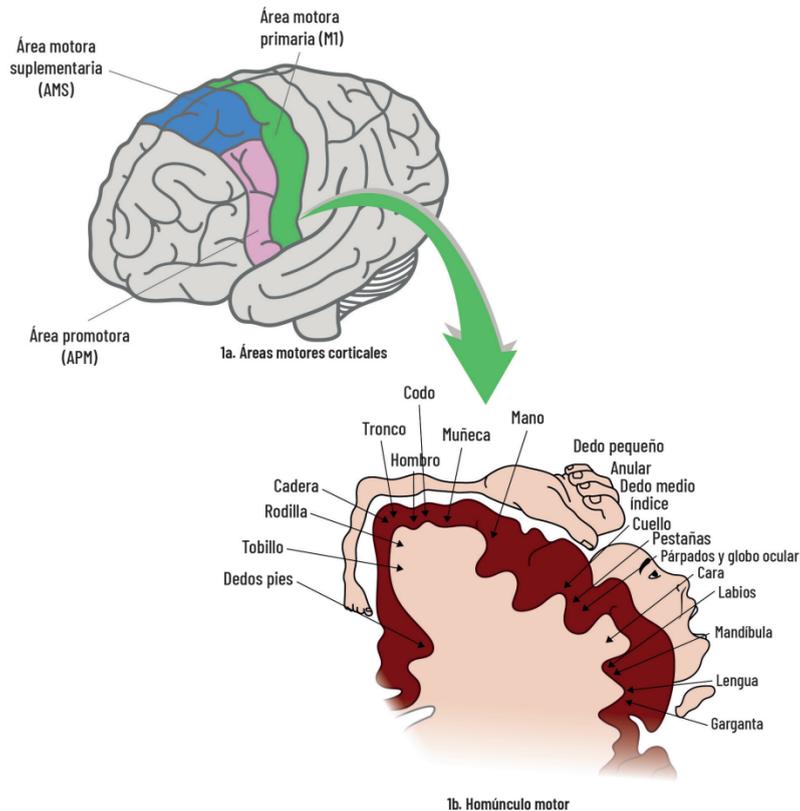
### 2.1. Desarrollo psicomotor

Prácticamente todas las actividades funcionales del ser humano están determinadas por el movimiento corporal y de ahí la gran importancia en su diario vivir. El nivel de competencia motora no solo permite que los niños puedan llevar a cabo tareas prácticas cotidianas, sino que también determina directamente los niveles de autoestima y de popularidad y estatus entre pares (Sigmundsson, 2005). El desarrollo psicomotor comienza desde la fecundación y es durante los primeros momentos de la vida que se construye la motricidad intencional, la cual resultará de una relación recíproca y complementaria entre percepción y acción, involucrando un vasto número de procesos cognitivos, sensoriales y energéticos, para lograr su total desarrollo guiado desde el desarrollo mismo del sistema nervioso central al igual que el periférico. Es por esto que la actuación integrada e interdependiente del sistema motor y del sistema perceptivo táctil es fundamental para el aprendizaje y la correcta maduración del cerebro durante la interacción dependiente con el entorno, donde el rol de ninguno de estos dos sistemas puede ser aislado, de ahí a hacer referencia a un proceso perceptivo-motor y a un sistema sensoriomotor. Con el fin de mencionar brevemente las bases neuropsicológicas implicadas, se puede resumir que en estos dos sistemas se produce un flujo de información desde el Sistema Nervioso Central (SNC) por vías formadas por axones mielinizados, las aferentes -las cuales transmiten información sensorial- y las vías eferentes -información motora-, siendo transmitido luego por los nervios espinales o raquídeos los cuales junto con los nervios craneales, conforman el Sistema Nervioso Periférico (SNP). El tálamo y la corteza cerebral también juegan un papel importante dentro del sistema somatosensorial, el primero como centro de convergencia y distribución de fibras, y el segundo, donde la corteza somatosensorial primaria -ubicada posterior a la cisura central- es la primera en recibir las aferencias. De igual forma, esta área controla la fuerza absoluta y la velocidad de movimiento, algo clave en el desarrollo motor y de la coordinación. La Figura 1 es una representación gráfica del homúnculo motor recreada por Penfield (Penfield y Rasmussen, 1950, citado en Giraldo Jiménez, 2020), la cual señala la correspondencia somatotópica presente en la corteza somatosensorial primaria del cerebro y muestra la representación de los diferentes grupos musculares del cuerpo organizados regionalmente, en donde cada una de las partes del cuerpo con mayor sensibilidad se encuentra representada en tamaño según su capacidad de sensibilidad,

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación según el número de receptores por milímetro cuadrado que poseen y según el control motor que ejerce el cerebro en ellas.

**Figura 1**

*Representación gráfica del homúnculo*



*Nota.* Giraldo Jiménez, 2020.

Continuando con la Figura 1, anterior al área superolateral de la corteza motora primaria en el lóbulo frontal se encuentra el área premotora la cual proporciona la activación muscular para apoyar actividades específicas. Esta función apunta directamente a nuestro enfoque de estudio ya que es la que permite la colocación de las partes del cuerpo en una posición determinada y la realización de funciones más precisas como las realizadas por las manos al manipular objetos o actividades de motricidad fina. Cabe aclarar que aquí la visión juega también un papel vital para guiar estas actividades premotoras. Por último, el área motora suplementaria está ubicada anteriormente al área premotora de la corteza y se activa al desarrollar la tarea mentalmente al mismo tiempo que al realizar los movimientos complejos de los dedos, por ejemplo. Si bien hay otras áreas involucradas en el control motor involuntario, como las áreas subcorticales del sistema

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación extrapiramidal o las áreas motoras del cerebelo, no se detallarán debido a que no son el foco de este estudio. Sin embargo, funciones como las del sistema piramidal conformado por los tractos corticoespinal lateral y anterior o ventral, así como las motoneuronas situadas en los músculos, sí tienen un papel fundamental ya que controlan los movimientos voluntarios como la activación voluntaria del músculo esquelético, los movimientos posturales y el hacer efectivo el movimiento, respectivamente (Giraldo Jiménez, 2020). No se debe dejar de mencionar la función vital y fundamental que cumple el cuerpo calloso en la interconexión, integración, interdependencia y comunicación de los dos hemisferios, vinculando regiones homólogas y permitiendo el correcto desarrollo y funcionamiento de todos los sistemas, incluyendo de igual forma su papel inhibitorio, para trabajar de forma unitaria.

Existen distintas teorías que sustentan las concepciones del desarrollo psicomotor, algunas más recientes que otras, pero las que principalmente se conocen son la maduracionista, la cognitiva, la dinámica y la ecológica. La Tabla 2 detalla los procesos claves de cada una y los puntos de vista compartidos.

**Tabla 2**

*Principales teorías sobre las concepciones del desarrollo psicomotor*

| Teoría                | Principal concepción del desarrollo motor   | Puntos de vista en común  |
|-----------------------|---|---|
| <b>Maduracionista</b> | Se desarrolla de solo una estructura total que se individualiza gradual y progresivamente según diferenciación anatómica y maduración del SNC (cefalocaudal, proximodistal y dorsoventral). Existen 3 leyes del desarrollo motor postnatal: ley de motricidad endógena en estereotipias, ley de estructura total en el carácter impulsivo de la motricidad espontánea y la ley de progresión cefalocaudal en la evolución de la motricidad del tono muscular.   | Perspectiva compartida por Gesell (citado en Albaret, 2002) y sirvió como base para el test de valoración del desarrollo psicomotor en edades tempranas de Brunet-Lézine (citado en Albaret, 2002). |
| <b>Cognitiva</b>      | El desarrollo se da a raíz de la construcción de estructuras cognitivas que dirigen la selección, preparación y ejecución de patrones de movimientos de creciente complejidad y ajustes progresivos de comportamientos de inhibición. Las capacidades mejoran con la maduración neurobiológica. La práctica del sujeto y la modificación de estrategias implementadas lleva a un aumento de velocidad y precisión de movimientos, a una diversificación y mayor complejidad de los movimientos motores. |   |
|                       | Autoorganización - comportamiento espontáneo debido a la interacción de un conjunto de subsistemas y a la exploración   | Basado en los trabajos de grados de libertad y  |

|                  |  |  |
|------------------|--|--|
| <b>Dinámica</b>  | para descubrir “atractores”. No es lineal y depende de lo exigente de la tarea e involucra organización neuronal, fuerza muscular, aspectos biomecánicos, grado de vigilia, procesos motivacionales, características de la tarea y del entorno. Los patrones de movimiento no se encuentran representados en el cerebro ni son simplemente resultado de la maduración del SNC.   | coordinación del movimiento de Bernstein y en la teoría de la percepción directa de Gibson.  |
| <b>Ecológica</b> | La percepción del ambiente es más directa y menos procesual como afirman los posicionamientos cognitivistas. La percepción es holística e integrada en un marco ecológico, en donde las propiedades ambientales se perciben no como puntos diferentes y aislados, sino como entidades significativas dentro de un determinado contexto ecológico de variables relacionadas entre sí. Toda la información necesaria que una persona percibe del ambiente ya está contenida en el impacto producido por un patrón óptico ambiental. De acuerdo con la teoría ecológica de la percepción de Gibson, el desarrollo locomotriz depende de que aumente la sensibilidad en la interacción entre sus características físicas cambiantes y las nuevas y variadas características de su entorno. | Brunswik influencia el trabajo de Gibson, concretamente su idea de validez ecológica, pero difieren en algo esencial: la percepción no es tan interpretativa sino directa. Si Brunswik enfatiza el procesamiento al nivel de estímulos proximales, Gibson parte de los estímulos distales y lo amplía para hablar del patrón óptico ambiental. |

*Nota.* Adaptada de Albaret (2002).

### 2.1.1. Trastornos psicomotores

Cuando algo no sale bien en el proceso del desarrollo psicomotor, aparecen los trastornos psicomotores, los cuales son alteraciones del neurodesarrollo o disfunciones neuropsicológicas que afectan a la adaptación perceptivo-motora del individuo (Albaret, 2002), y que pueden provocar dificultades en los deportes y el trabajo escolar, así como aislamiento social y depresión. Como consecuencia de reiterados intentos fallidos, niños con déficit motor presentan un nivel de desarrollo físico bajo y si, adicionalmente, no participan en actividades físicas debido a la exclusión misma del grupo o a su baja percepción de capacidad, las posibilidades para desarrollar nuevas destrezas e interactuar con pares serán limitadas. Menos juego, con o sin otros niños, obstruye el desarrollo exitoso de la competencia motora debido a una práctica limitada (Sigmundsson, 2005).

Los trastornos psicomotores que mayor prevalencia tienen en las etapas escolares y que más pueden interferir con el proceso de aprendizaje son el trastorno del desarrollo de la coordinación, el del tono muscular y el del equilibrio. Incluso pueden tener consecuencias en la adolescencia y la edad adulta al afectar la percepción de autoeficacia, autoestima y autoconcepto, ya que es conocido que estos problemas motores no simplemente desaparecerán con el tiempo si no llegan a recibir intervención. Con frecuencia estos son confundidos con el TDAH debido a la

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación incapacidad del menor de mantenerse en un lugar por periodos prolongados, por lo que se consideran erróneamente a estos alumnos “hiperactivos”. Los trastornos motores que se presentan en niños de edad escolar generalmente pasan desapercibidos, por lo que hay que prestar atención a los signos de alerta (Giraldo Jiménez, 2020). Si bien no todos los infantes van a presentar el mismo grado de alteración ni las mismas características, es conocido que estos trastornos psicomotores influyen en los procesos de aprendizaje –incluyendo los procesos de escritura–, afectando directamente su habilidad en este campo y por ende, obstruyendo el buen desempeño y el éxito académico.

### 2.1.2. Trastorno del desarrollo de la coordinación

En el año 1994, luego de alcanzar consenso internacional, diferentes trastornos motores como dispraxia, disfunción neurológica mínima con disfunción en la integración sensorial, desarrollo motor subóptimo, trastornos motores menores o parálisis cerebral infantil mínima fueron definidos bajo el término único de “trastorno del desarrollo de la coordinación” (Developmental Coordination Disorder, DCD en sus siglas en inglés) y son incluidos en la clasificación del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, DSM en sus siglas en inglés) (Rodríguez-Fernández et al, 2015). Para fines de este estudio, se centrará la atención en el trastorno del desarrollo de la coordinación motora (TDC), el cual está a cargo del movimiento intencional del niño y será clave en su psicomotricidad. Las manifestaciones clínicas en infantes con TDC se ven determinadas por la combinación de una alteración en la propiocepción, programación motora y la actividad motora secuencial, generando dificultades en diferentes áreas motrices y del desarrollo (Rodríguez-Fernández et al, 2015). Cabe aclarar que un infante que presente incoordinación motora en un área en particular puede estar completamente adaptado en otras, derribando la falsa creencia de un factor general de psicomotricidad, y aún así podría mantener una vida normal sin que su condición suponga un inconveniente significativo en su desarrollo y manteniendo un desarrollo intelectual adecuado (Albaret, 2002). Sin embargo, existe un grupo de niños a quienes su “torpeza” les genera un impacto mucho mayor en su proceso de desarrollo global, diferenciándolos de lo esperado o de lo que es “normal”, y afecta el aprendizaje de acciones motoras e impacta su desempeño académico y el de las tareas del diario vivir. Además de esto y no

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación menos importante, está la afectación que causa en el desarrollo de su estado afectivo-emocional, ya que tendrá una mala percepción de su autoeficacia y esto disminuirá su autoestima y autoconcepto. Este trastorno del desarrollo de la coordinación llega a afectar entre el 5-6 % de la población infantil en edad escolar (Plata y Guerra, 2009) y lo preocupante es que su detección y diagnóstico es poco frecuente y casi siempre sin causas médicas concretas.

La característica principal es el retraso en el desarrollo de la coordinación de los movimientos, más no un trastorno generalizado del desarrollo, ya que no involucra un retraso intelectual general ni un trastorno neurológico específico, congénito o adquirido, simplemente se evidencia un nivel de desarrollo menor en la coordinación de movimientos finos y gruesos en comparación a lo esperado para la edad cronológica del infante. Debido a esto se presenta dificultad en el proceso de adquisición de hitos del desarrollo motor – gatear, caminar, sentarse, levantarse, etc., actividades deportivas y en el aprendizaje de la escritura – interés puntual de este estudio. Cabe recordar que no en todos los niños este trastorno se manifiesta de igual forma, ya que las características no son las mismas ni los grados de afectación. Dentro de este mismo trastorno algunos infantes pueden presentar comorbilidades y parece existir mayor riesgo de TDC en niños prematuros y de bajo peso al nacer, pero, similar a otros trastornos del neurodesarrollo, éste también es más frecuente en niños que en niñas en una proporción estimada de 3:1 (Missuina, 2006). La Tabla 3 detalla los criterios de diagnóstico para el TDC según el DSM-5 con el fin de favorecer la identificación temprana de este trastorno según los síntomas evidenciados al igual que tener presente no vincular su causalidad con discapacidades, deterioros o afecciones neurológicas.

**Tabla 3**

*Criterios diagnósticos DSM-5 del TDC*

| <b>TRASTORNO DEL DESARROLLO DE LA COORDINACIÓN — TDC</b> |   |
|--|---|
| <b>CRITERIO A</b>  | La adquisición y ejecución de habilidades motoras coordinadas está muy por debajo de lo esperado para la edad cronológica del individuo y la oportunidad de aprendizaje y el uso de las aptitudes. Presenta dificultades como torpeza (dejar caer objetos, chocarse) así como baja velocidad e imprecisión en las habilidades motoras (coger objetos, utilizar tijeras, cubiertos, escribir a mano, montar en bicicleta, practicar deportes). |
| <b>CRITERIO B</b>  | El déficit de actividades motoras del criterio A interfiere de forma significativa y persistente con las actividades de la vida cotidiana apropiadas para la edad cronológica y afecta la productividad   |

|                   |  |
|-------------------|--|
|                   | escolar, las actividades vocacionales, el ocio y el juego.   |
| <b>CRITERIO C</b> | Los síntomas comienzan en las primeras fases del periodo de desarrollo.  |
| <b>CRITERIO D</b> | Las deficiencias de las habilidades motoras no se explican mejor por la discapacidad intelectual o deterioros visuales y no se pueden atribuir a una afección neurológica que altera el movimiento (por ejemplo parálisis cerebral, distrofia muscular, trastorno degenerativo). |

*Nota.* Adaptado del DSM-5.

## 2.2. Funciones ejecutivas

El cerebro humano ha desarrollado a lo largo de la historia una progresiva especialización de sus funciones lo cual le ha permitido lograr una adaptación al entorno cada vez más eficaz. La solución de problemas de mayor complejidad, el diseño de un sistema de gestión, supervisión y control de conducta apoyan un mecanismo de regulación cognitiva que determina la existencia de las funciones ejecutivas (Portellano, 2018). Diferentes autores difieren en la concepción teórica de las funciones ejecutivas (FFEE de ahora en adelante) ya que algunos la categorizan como el mismo constructo que la inteligencia, mientras que otros afirman que si bien comparten algunos aspectos, no son conceptos intercambiables. Se trabajará entonces con la definición de FFEE como aquel conjunto de procesos que permiten el control y la autorregulación de las diferentes funciones que son necesarias para resolver tareas (Kavanaugh, Tuncer y Wexler, 2018). Sobre la base de esta definición, hay tres componentes convergentes con funciones asociadas, entre estos la MT, la inhibición y la flexibilidad. Por el tema objetivo de este estudio, centraremos la atención en la MT la cual se detalla más adelante.

El desarrollo de las FFEE va de la mano del desarrollo funcional y estructural de los lóbulos frontales y conlleva procesos de mielinización progresivos en las que en la etapa de edad de este estudio, 10-12 años, ocurren en un porcentaje significativo, entre el 50 y 70%. El importante papel de la mielinización de las células nerviosas es el hecho de permitir una transferencia más rápida de las señales eléctricas, y por lo tanto, el cerebro del niño podrá recibir y transmitir mensajes con mayor velocidad y manejar múltiples señales de manera más efectiva.

### 2.2.1. Memoria de trabajo

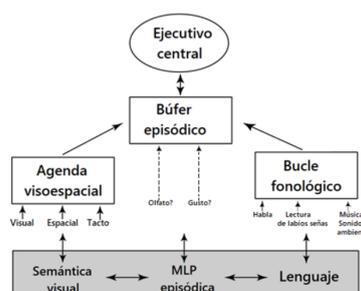
Como componentes de la memoria a corto plazo (MCP) se encuentran la memoria de trabajo (MT) y la memoria inmediata (MI), aunque algunos autores afirman que estas pueden

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación

llegar a ser consideradas como iguales pero con diferentes nomenclaturas, independientes o idénticas, que comparten información parcial o total o que colaboran entre ellas. Debido a los procesos de automatización que se requieren para la adquisición del aprendizaje de la escritura, centraremos la atención en la MT para detallar un poco más su funcionamiento y sus bases neurológicas implicadas. Esta se conoce también como memoria operativa y se entiende como aquel constructo teórico que hace referencia a las estructuras y procesos utilizados con el fin de manipular la información. La mayoría de las actividades que realizamos requieren de suficiente capacidad para sincronizar pensamientos y acciones y esta función la lleva a cabo la MT (Portellano, 2018). Está compuesta por múltiples componentes y se encarga de manipular y trabajar la información, por esto mismo es transitoria ya que está siendo reemplazada frecuentemente por otra tarea que se deba realizar, e implica la participación de procesos como el procesamiento de la información y el sostenimiento activo de la información almacenada -vinculación directa con la memoria a largo plazo (MLP) para acceder a conocimiento o experiencias previas. Baddeley (2012) propone la existencia de cuatro estructuras neuroanatómicas dentro de este dominio cognitivo en su modelo sobre la memoria de trabajo: el ejecutivo central, responsable de asignar recursos atencionales a los demás componentes y ajustarlos según necesidad o demanda ya que la atención es un recurso limitado; el bucle fonológico, cuyo objetivo es mantener y manipular la información verbal a lo largo del tiempo por medio del repaso articulatorio de esta; la agenda visoespacial, cuya función es crítica para poder retener la información sobre objetos espaciales; y el búfer episódico, responsable de enlazar la información procedente de diferentes sistemas para relacionarla con la memoria a largo plazo (MLP) (ver Figura 2).

**Figura 2**

*Modelo de memoria de trabajo de 4 componentes de Baddeley*



*Nota.* Modelo de memoria de trabajo de 4 componentes (Baddeley, 2012).

Hay evidencias de una estrecha relación entre la capacidad de duración de la MT y la motivación. Entre más motivado esté el niño, mayor será el procesamiento de información. Para la población definida para este estudio, niños entre los 10 y 12 años, el límite de tiempo de motivación estaría entre los 5 y 10 minutos, luego de este límite comienzan las interferencias o el aburrimiento que conlleva a que la concentración y, así mismo, la eficiencia de la MT se reduzca.

### 2.3. Escritura: procesos cognitivos y procesos neuropsicológicos

La escritura es un proceso complejo de carácter multifuncional que se desarrolla desde los primeros años de vida y se perfecciona al ser enseñada de manera formal y sistematizada. Habilidades tanto del área cognitiva como motoras hacen parte de este múltiple proceso, siendo la instrucción un aspecto fundamental donde el dominio de esta involucra habilidades visoconstructivas, práxicas o ideomotoras, lingüísticas, de integración bilateral y visomotoras, propiocepción, atención sostenida y conciencia sensorial de los dedos, entre otras (Feder y Majnemer, 2007). Debido a esto, las dificultades que presentan los niños en esta área pueden ser de diferente orden, algunas causadas por alteraciones de los procesos cognoscitivos y otras por posibles faltas de oportunidades de aprendizaje o estímulos correctos o incluso algún trauma o enfermedad adquirida. Actualmente, es común encontrar un gran número de niños que presentan dificultades en esta área sin necesariamente estar diagnosticados con algún trastorno disortográfico, pero que más bien se encuentran asociadas con factores motrices al no ser capaces de automatizar los movimientos requeridos para la adquisición y aprendizaje de la escritura, presentando dificultad puntualmente en sus procesos grafomotores. El observar, identificar y analizar factores de carácter motor que pueden influir de forma negativa en el desarrollo de la escritura es esencial para poder tomar acciones que contribuyan a fortalecer esta habilidad tan necesaria en la vida diaria y más aún, en la vida académica. Generalmente, aquellos niños que presentan dificultad en su escritura principalmente por alteraciones motoras, presentarán indicadores de alerta como los siguientes, los cuales serán imprescindibles para identificar un trastorno de la escritura, estos son los trazos irregulares, las alteraciones en la forma de las letras, la irregularidad en el tamaño de las letras, los espacios irregulares entre letras, palabras y renglones, la inclinación de las líneas escritas o líneas defectuosas y/o la falta de fluidez en el ritmo de escritura (Chung y Patel, 2015).

La escritura implica el procesamiento simultáneo de las demandas cognitivas y motoras que dan lugar a su producción. La adquisición en la automatización de los procesos motores de orden inferior durante el aprendizaje de la escritura es necesario para el desarrollo de recursos cognitivos para propiciar los procesos de orden superior implicados en la composición de textos (Ruiz, 2015). Por eso, antes de señalar a un estudiante como “descuidado”, “perezoso” o “torpe” en su motricidad, se debe observar qué sucede realmente con su desempeño, descartar el hecho que haya alguna deficiencia motora subyacente, ya que este tipo de descalificativos suelen afectar su autoestima, así como también les causa una mayor ansiedad, adicional a la que ya viven en el aula por su misma dificultad de aprendizaje. Como se mencionó anteriormente, los componentes perceptivo-motor que se encuentran directamente implicados en el desarrollo de la escritura son principalmente la motricidad fina y gruesa, la integración visomotriz y la propiocepción, y estos requieren de la activación de sistemas funcionales de diferentes áreas cerebrales difíciles de resumir o detallar debido a la complejidad de esta habilidad. Si bien sus funciones son determinadas dependiendo del tipo de tarea escrita que se realice, se encuentra evidencia que la escritura se ve afectada cuando se presentan lesiones en zonas del lóbulo parietal superior izquierdo, puntualmente la circunvolución supramarginal y el giro angular. De igual forma, en referencia a la conversión de fonemas en grafemas, el área de Exner toma protagonismo, así como el área 6 de Brodmann para el control motor y guía sensorial de los movimientos de la mano implicados en la escritura. El DSM-5 menciona que el menor puede presentar como uno de los síntomas o signos del TDC el tener problemas al escribir a mano, aunque no precisa mayor problema. Y, por otro lado, el CIE 10 hace referencia brevemente a la presencia de la “torpeza” en la escritura como descripción del trastorno específico del desarrollo motor.

### 2.3.1 Retraso y baja calidad en la adquisición de la escritura

La escritura, así como el dibujo, implican comportamientos motores complejos en los que los procesos lingüísticos, psicomotores y biomecánicos interactúan estrechamente con los procesos de maduración, desarrollo y aprendizaje. Debido al largo período de aprendizaje y a su sensibilidad a los cambios por disturbios neurológicos, la escritura a mano clasifica como una habilidad útil para estudiar los factores de desarrollo, así como el impacto de las disfunciones neuromotoras menores en la competencia de esta habilidad (Smits-Engelsman y Van Galen, 1997).

Existen casos en los que el deterioro en la calidad de la escritura se ve evidenciado a lo largo del proceso de este aprendizaje y se refleja en un trazado y forma de las letras no uniforme, desordenado, poco legible y una escritura lenta e imprecisa, más no en el contenido ni en la capacidad de expresar ideas a través de esta. Esto se conoce como disgrafía grafomotriz evolutiva, la cual se manifiesta desde el inicio del periodo de aprendizaje, pero no podrá ser diagnosticado como tal antes de los siete años de edad (Chung y Patel, 2015). Si bien la disgrafía grafomotriz es un déficit en la adquisición y aprendizaje de la escritura que afecta fundamentalmente a la forma, no todos los niños que presentan esta dificultad deben ser clasificados bajo el diagnóstico de disgrafía. Otros aspectos se deben tener en cuenta antes de considerarlo y es precisamente el caso de este estudio, en donde otros factores como falencias en el desarrollo psicomotor del niño entran en juego.

Son precisamente esas falencias en el desarrollo psicomotor entre otras las que generan los retrasos y/o baja calidad en la adquisición de la escritura y por esto mismo, estos niños presentan dificultades para mantener una correcta posición tanto de la mano, como de la postura del cuerpo, así como un correcto agarre de pinza para sujetar el lápiz, conllevando a procesos grafomotores en la escritura por debajo de los esperados para su nivel. Esta relación entre desarrollo psicomotor y procesos grafomotores apoya el objetivo de este estudio y, de hecho, los problemas de escritura en niños con trastorno del desarrollo de la coordinación o “torpeza” son los problemas que con mayor frecuencia se mencionan según el DSM-5 (Smits-Engelsman y Van Galen, 1997), por lo que fortalecer su motricidad de forma paralela por medio de un programa de fisioterapia sería viable para apoyar la intervención. Algunos estudios afirman que la escritura deficiente no sólo está relacionada principalmente con una falla en el proceso de programación motora o de la producción del tamaño de la letra en general, sino que también involucra la no obediencia por parte del niño de las restricciones espaciales, falta de control de la precisión espacial, y por eso su escritura carece de consistencia (Smits-Engelsman y Van Galen, 1997).

## 2.4. Relación de variables

Como se mencionó en los primeros apartados de este estudio, la hipoterapia es una terapia asistida por caballos que se basa en sacar provecho de sus tres principios terapéuticos básicos para la rehabilitación del paciente según sea su condición de discapacidad. Estos son la transmisión del

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación calor corporal, la transmisión de impulsos rítmicos según aires del caballo: paso, trote y galope y la transmisión del patrón de locomoción. Por otro lado, siendo uno de los enfoques de este estudio el TDC, se conoce que su característica principal es el retraso en el desarrollo de la coordinación de los movimientos, más no un trastorno generalizado del desarrollo, y que en este se evidencia un nivel de desarrollo menor en la coordinación de movimientos finos y gruesos en comparación a lo esperado para la edad cronológica del infante. García-Cacciò (2021) afirma que la acción locomotora del caballo promueve el desarrollo de aquellos procesos en los que el individuo no puede desempeñarse de la forma esperada debido a la falta de maduración o, en casos más severos, debido a la presencia de una limitación orgánica (p. 26).

Para realizar una intervención neuropsicológica de las FFEE, se debe diferenciar entre estimulación y rehabilitación. La primera tiene como objeto instaurar nuevos aprendizajes, asumiendo que el menor no los ha adquirido aún. Por otro lado, la rehabilitación pretende recuperar la actividad funcional de circuitos neurales alterados por daño o disfunción cerebral, o bien crear nuevos circuitos alternativos que consoliden el aprendizaje basándose en la neuroplasticidad cerebral (Portellano, 2018) y tanto la estimulación como la rehabilitación de las FFEE son posibles por medio de los estímulos brindados por el caballo.

De igual forma, es conocido que estas falencias psicomotoras afectan directamente el aprendizaje de la escritura ya que ésta está directamente relacionada con el tono muscular, el control postural, la coordinación visomotora y el área vestibular (Martín-Lobo, 2016). Es por estas razones que se considera que la hipoterapia logrará ser efectiva en la estimulación del desarrollo psicomotriz y contribuirá en llenar faltantes en este proceso. Estudios sobre fisioterapia educativa afirman que “los centros ecuestres son un recurso en auge para que los niños con diversidad funcional motora puedan acudir a recibir fisioterapia específica para la normalización del tono muscular, mejora de la postura y estimulación psicomotriz” (Ruiz-Salmerón, 2015). Otros estudios detallan los patrones de errores en los procesos grafomotores de infantes con dificultades motoras leves y corroboran la existente y directa relación entre lo legible de su letra y su capacidad perceptivo-motrices (Malloy-Miller et al., 1995). En la Tabla 4 se detallan los beneficios fisioterapéuticos y psicoterapéuticos de estos tres principios según las contribuciones de Gross Naschert (2006) (citado en Campuzano, 2014), los cuales se pretenden probar con el fin de

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación favorecer los síntomas de los trastornos motores, puntualmente el trastorno del desarrollo de la coordinación.

**Tabla 4**

*Beneficios fisioterapéuticos y psicoterapéuticos de los principios terapéuticos de la hipoterapia*

| Principios básicos  | Valor fisioterapéutico   | Valor psicoterapéutico  |
|---|--|---|
| <b>Transmisión del calor corporal</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimulación sensorial (sensopercepción)</li> <li>- Estimulación del sistema circulatorio (a mayor temperatura corporal, mayor flujo sanguíneo)</li> <li>- Funciones fisiológicas de órganos internos se benefician</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Emulación del calor materno</li> <li>- Contribuye a superar traumas o bloqueos (en pacientes con disfunciones psicopatológicas)</li> <li>- Genera seguridad y sentimientos de amor, protección y de ser merecedor de cariño</li> </ul>   |
| <b>Transmisión de impulsos rítmicos (según aires del caballo: paso, trote y galope)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimulación del cinturón pélvico del jinete</li> <li>- Fortalece el equilibrio y postura correcta del tronco y piernas</li> <li>- Relajación de músculos aductores y ligamentos</li> <li>- Favorece la tonicidad muscular y la simetría corporal</li> <li>- Estimulación a nivel intestinal (favorece peristalsis del intestino)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- “Efecto mecedora” del caballo proporciona relajación y cierta “liberación” de impulsos instintivos del inconsciente</li> <li>- Genera la percepción de ir hacia adelante, avanzando</li> <li>- Restablece la autoconfianza y adaptación del entorno</li> <li>- Crea un “biorritmo”, un lazo invisible con el propio ritmo interno (definido por Mehlem, 1997)</li> <li>- Lleva al individuo a conseguir una nueva armonía</li> </ul> |
| <b>Transmisión del patrón de locomoción</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Patrón de locomoción equivalente al patrón fisiológico de la marcha humana</li> <li>- Ayuda a pacientes con parálisis cerebral a emular el caminar</li> <li>- Desarrolla su coordinación, tono muscular, postura, estabilización de tronco y cabeza</li> <li>- Genera patrones motores simultáneos y un patrón fisiológico tridimensional (captado por el cerebro humano y automatizado con el tiempo, facilitando la marcha pedestre)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- En pacientes con estados depresivos trabaja directamente la confianza, la vitalidad y el deseo de vivir.</li> <li>- Genera la noción de ir hacia adelante, sin obstáculos, fomentando la toma de decisiones y logros de metas previamente propuestas.</li> </ul>   |

*Nota.* Campuzano, 2014.

Adicionalmente, el contacto directo con el cuerpo del caballo estimula de forma extraordinaria la sensopercepción táctil y esto, a su vez, estimula la inervación de vías sensitivas y regula la sensibilidad táctil con el fin de activar tanto la sensibilidad como los movimientos en

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación todas las partes del cuerpo. El aparato locomotor funciona en coordinación con el sistema nervioso, que es el que genera y transmite las órdenes motoras (Flores, 2021). Como consecuencia, al estimular la sensopercepción junto con la realización de ejercicios neuromusculares y juegos terapéuticos, se genera una respuesta motora que conlleva a trabajar la coordinación psicomotora de los movimientos de la cabeza, del tronco, pelvis y piernas para mantener la estabilización y el equilibrio, estimulando de igual manera la motricidad gruesa, el sentido del espacio, la lateralidad y la agilidad (Campuzano, 2014), algo igualmente importante en el proceso de la adquisición de la escritura.

Así bien, existe una clara interconexión de los procesos psicomotores y de la adquisición de la escritura, lo que genera el interés de buscar una opción de intervención que fortalezca la deficiencia motora para a su vez, trabajar en la adquisición y mejora de la habilidad escrita a través de la hipoterapia. Se pretende entonces por medio de esta propuesta, fortalecer los mecanismos motrices implicados en el aprendizaje de esta habilidad, supliendo las falencias que el niño en su desarrollo psicomotor no haya adquirido correctamente por diferentes razones o se le dificulta desarrollar, y esté necesitando las nuevas destrezas que requería de pequeño para su preparación del dominio de la escritura y así lograr superar las dificultades en la adquisición de la lengua escrita que presente. Esta destreza llegará en el momento en que la instrucción adecuada converja con el nivel de desarrollo motor y cognitivo óptimos, lo cual se espera lograr por medio de la monta terapéutica.

Por último, la influencia de la memoria de trabajo en este aspecto será clave para permitirle al niño almacenar de forma temporal la información que necesite para su posterior utilización en diferentes tareas cognitivas, en este caso puntual en la correcta ejecución de los procesos grafomotores y así mismo, ya que la escritura no solo es una actividad lingüística sino también una actividad visoespacial, involucrada de igual forma en la MT. Existen estudios que determinan “el fuerte influjo de la MT en los procesos de selección y recuperación léxica, en la codificación gramatical y en aspectos como la calidad y la fluidez del texto escrito” (Mavrou, 2016, p. 174).

## 3. Metodología

### 3.1. Objetivos

**Objetivo general:** Determinar la efectividad de la hipoterapia en la mejora de la memoria de trabajo y de los procesos grafomotores de la escritura en niños de 10-12 años que presentan trastorno del desarrollo de la coordinación.

**Objetivos específicos:**

1. Confirmar el beneficio de la hipoterapia en el tratamiento del trastorno del desarrollo de la coordinación.
2. Confirmar el beneficio de la hipoterapia en la memoria de trabajo en niños con trastorno del desarrollo de la coordinación.
3. Confirmar el beneficio de la hipoterapia en los procesos grafomotores de la escritura en niños con trastorno del desarrollo de la coordinación.

### 3.2. Hipótesis

A continuación se plantean las hipótesis de trabajo habiendo confirmado anteriormente que las medias de los grupos de control y experimental son iguales para todas las variables contempladas en el estudio, por lo que todos los grupos inician con las mismas medidas en las medidas pre-test.

**Hipótesis 1:** Se espera que los estudiantes con trastorno del desarrollo de la coordinación que reciben hipoterapia logren mejorar puntajes en pruebas de coordinación motora que el grupo que no recibe dicha intervención.

**H0:** No existen diferencias entre las medias de las puntuaciones de cada grupo a favor del grupo que recibe la intervención.

**H1:** Existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las puntuaciones de cada grupo a favor del grupo que recibe la intervención.

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación

**Hipótesis 2:** Se espera que los estudiantes con trastorno del desarrollo de la coordinación que reciben hipoterapia logren mejorar puntajes en pruebas de MT que el grupo que no recibe dicha intervención.

**H0:** No existen diferencias entre las medias de las puntuaciones de cada grupo a favor del grupo que recibe la intervención.

**H1:** Existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las puntuaciones de cada grupo a favor del grupo que recibe la intervención.

**Hipótesis 3:** Se espera que los estudiantes con trastorno del desarrollo de la coordinación que reciben hipoterapia logren mejorar puntajes en pruebas de procesos grafomotores de la escritura que el grupo que no recibe dicha intervención.

**H0:** No existen diferencias entre las medias de las puntuaciones de cada grupo a favor del grupo que recibe la intervención.

**H1:** Existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las puntuaciones de cada grupo a favor del grupo que recibe la intervención.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

La población objeto de este estudio comprende todos aquellos niños y niñas entre los 10 y 12 años de edad, estudiantes de 4°-5° grado de primaria a 6°-7° grado de bachillerato que asisten a colegios públicos de la zona de la Sabana de Bogotá y que presenten un trastorno psicomotor. Esta zona de la Sabana de Bogotá es una subregión ubicada en el centro geográfico de Colombia, sobre la Cordillera Oriental, en la parte sur del altiplano cundiboyacense, a una altura media de 2650 m s.n.m. Se caracteriza por sus frecuentes lluvias y temperaturas en su mayoría bajas, las cuales son en promedio de 13° C, aunque pueden oscilar entre los -5 °C y los 26 °C. Este fenómeno de variación de temperatura se debe principalmente a los fenómenos de El Niño y La Niña, que se dan en la cuenca del Océano Pacífico y producen cambios climáticos muy fuertes. Debido a la alta tasa de migración de ciudadanos nacionales y extranjeros en los últimos tiempos, principalmente venezolanos, la Sabana de Bogotá se caracteriza por ser un área multicultural, en la que viven familias de las diferentes regiones de Colombia y de países vecinos, razón por la cual es posible encontrar menores extranjeros aunque en su mayoría son colombianos. Los niños vinculados a

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación  
colegios públicos u oficiales son, en su gran mayoría, menores que provienen de familias de un estrato socioeconómico bajo (en Colombia los estratos toman valores entre 1 y 6, siendo el 1 el más bajo), donde “el 77% de los estudiantes que asisten a colegios del sector oficial son de estrato 1 y solo el 0,8% de los estudiantes de estrato 6” (García y Quiroz, 2011). Por esto mismo, provienen de familias cuyos padres generalmente no cuentan con un título profesional, sino más bien algún grado técnico, si alguno, por lo que su situación laboral se ve reflejada en sus niveles de ingresos bajos o muy bajos.

La muestra consta de 50 participantes con TDC y dificultades en la habilidad de la escritura, puntualmente en los procesos grafomotores, que no estén recibiendo algún tipo de intervención educativa adicional. El tipo de muestreo a implementar será por medio de una selección aleatoria y probabilística, bajo los siguientes criterios de inclusión: niños y niñas entre los 10-12 años de edad, estudiantes de colegios públicos en la zona de la Sabana de Bogotá, Colombia, con evidencia de trastorno del desarrollo de la coordinación. Serán criterios de exclusión el tener un trastorno motor diferente al del enfoque de este estudio, presentar una comorbilidad, presentar alguna dificultad en la escritura diferente a dificultades en los procesos grafomotores y vivir fuera de la zona geográfica delimitada anteriormente, ya que esto generaría dificultades por temas de distancia y desplazamiento hasta el centro ecuestre. Se hace la excepción en caso tal que la familia provea el transporte de forma particular y se comprometa a asistir el número de sesiones programadas.

### 3.4. Diseño

La presente investigación es una investigación cuantitativa desarrollada bajo un diseño experimental puro, puntualmente un diseño de medidas pre y postratamiento con grupo de control, en la que la asignación de los participantes a los distintos grupos será de forma aleatoria. Se trabajará con una variable independiente, el recibir o no intervención por hipoterapia, y tres variables dependientes: coordinación motora, memoria de trabajo y procesos grafomotores en la escritura. El grupo experimental será el que reciba la intervención por hipoterapia, y el grupo control será el que no reciba la intervención por hipoterapia con el fin de identificar la relación causal entre las variables. Se realizan dos mediciones de las variables dependientes, una antes de la intervención y otra medición al finalizar la intervención por hipoterapia la cual tiene una duración mínima de 3 meses (ver Tabla 5). La medida pretratamiento servirá para asegurar la

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación equivalencia de los grupos, a pesar de la aleatorización de los sujetos a los grupos. Las diferencias encontradas en la medida postratamiento, indica el efecto de la manipulación de la variable independiente, en otras palabras, indicará la efectividad de la intervención por hipoterapia.

**Tabla 5**

*Diseño de la aplicación de medidas pre y postratamiento con grupo control*

|                           |                      |                           |                       |                           |
|---------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| <b>Grupo experimental</b> | Asignación aleatoria | Medida 1 (pretratamiento) | Tratamiento           | Medida 2 (postratamiento) |
| <b>Grupo control</b>      | Asignación aleatoria | Medida 1 (pretratamiento) | No recibe tratamiento | Medida 2 (postratamiento) |

*Nota.* Elaboración propia

### 3.5. Variables medidas e instrumentos aplicados

Las variables que han sido objeto de estudio en la presente investigación son la coordinación motora, la memoria de trabajo y procesos grafomotores en la escritura.

**Variable independiente:** recibir o no intervención por hipoterapia

**Variable dependiente 1:** coordinación motora - de tipo ordinal

Si bien el diagnóstico del trastorno del desarrollo de la coordinación al igual que otros trastornos, es clínico, la muestra elegida para este estudio ya ha contado con un filtro en el que se eligen participantes con dificultades en la coordinación motora. Se cuentan con pruebas y cuestionarios de screening diseñados para docentes y padres, los cuales contribuirán en la identificación del progreso una vez terminada la intervención por hipoterapia.

**Children's Self-perceptions of Adequacy in and Predilection for Physical Activity (CSAPPA):** Este instrumento es para niños entre 9 y 14 años y está diseñado para ser equivalente a la medida completa para evaluar el TDC. Puede ser administrado por profesores, es fácil de evaluar y presenta el beneficio de poder realizarse en grupo durante una duración de 15 a 20 minutos aproximadamente. El cuestionario de auto-percepción sobre la adecuación y predilección de la actividad física en niños (CSAPPA) es un instrumento compuesto por un total de 19 ítems agrupados en tres factores. Las opciones de respuestas son de tipo Likert con cuatro puntos, donde 1 es "no identificado" y 4, "totalmente identificado". Los tres factores y sus correspondientes ítems son: adecuación o suficiencia percibida (7 ítems), predilección por la actividad física (9 ítems) y el

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación disfrute de la clase de educación física (3 ítems). Existen estudios realizados hasta la fecha sobre su validez y fiabilidad aunque es necesario continuar con su revisión. Esta prueba se encuentra validada al español por Moreno-Murcia et al. (2011).

**Variable dependiente 2:** memoria de trabajo - de tipo ordinal (prueba de Span de dibujos) y discreta (pruebas de Dígitos y Letras y números).

Se aplicará la escala WISC-5 (Wechsler, Flanagan y Kaufman, 2010), la cual analiza la capacidad de retener y combinar información para generar el índice de MT, el cual es una puntuación global que mide la capacidad para retener temporalmente en la memoria una cantidad determinada de información (visual o auditiva), mientras se trabaja u opera con ella. Las pruebas se centrarán en medir el span del niño para determinar el tiempo de procesamiento de la información. Se aplicarán las 3 escalas de MT, tanto primarias como secundarias, para obtener la puntuación total, estas son la escala de dígitos, span de dibujos y letras y números. En las pruebas de Dígitos y Letras y números se puntúa el total de aciertos habidos en cada uno de los intentos de cada ítem (dos y tres intentos para cada ítem respectivamente). La puntuación directa equivale a la suma de puntos dados a cada ítem. En la prueba de Span de dibujos se puntúa con 2 puntos si el niño selecciona todos los dibujos mostrados en la página en el orden correcto, con 1 punto si selecciona todos los dibujos mostrados pero en orden incorrecto, y se puntúa como 0 si el niño no selecciona todos los dibujos mostrados, selecciona un dibujo incorrecto, dice que no lo sabe o no responde en aproximadamente 30 segundos (Amador y Forns, 2019). La evaluación de la MT deberá ser realizada por profesionales capacitados para ellos, más no el docente a no ser que cuente con la titulación requerida para hacerlo.

**Variable dependiente 3:** procesos grafomotores en la escritura - de tipo ordinal

Se implementará la prueba estandarizada PROESCRI Primaria diseñada para niños desde los 6 a los 12 años (primero a sexto de Educación Primaria), la cual evalúa los procesos motores, sintáctico, léxico y de planificación, pero que para fines de este estudio se evaluarán únicamente tareas de diferente complejidad referentes a los procesos motores, las cuales son: 1. Recuperación de alógrafos: pasar de letras mayúsculas a minúsculas; 2. Escribir mediante la copia de números; 3. Escribir mediante la copia de palabras y frases.

### 3.6. Procedimiento y cronograma

Como parte del protocolo de investigación de este estudio, se define un procedimiento y un cronograma a seguir, proyectando cubrir los tiempos necesarios para implementar esta propuesta y obtener los resultados esperados. Se estima un término de 4 meses, en los que 3 meses están destinados para la intervención terapéutica por hipoterapia específicamente, ya que es el tiempo mínimo que se sugiere para participar de una intervención asistida con caballos. Se iniciará con establecer contacto con el equipo directivo de los centros educativos con el fin de socializar el proyecto e informar el objetivo de la investigación. El centro educativo junto con el investigador responsable y sus colaboradores se encargan de repartir el consentimiento informado (ver anexos) a las familias interesadas en que sus hijos participen en el estudio, aclarando alguna duda o brindando mayor información. Es claro que en el consentimiento se hará alusión explícita al carácter anónimo, voluntario y confidencial, siguiendo las directrices éticas de toda investigación científica.

Con respecto a la aplicación de las pruebas de medida pre y post, se establece una semana específica para realizarlas de forma variada y amena con el fin de minimizar los efectos de la fatiga en los participantes. En la 3a semana se aplican las pruebas pre y en la 16a las pruebas post, contando con un día específico para evaluar cada una de las 3 variables –coordinación motora, MT y procesos grafomotores en la escritura–, con el fin de no saturar ni fatigar a los participantes. Estas pruebas se realizan en horas de la mañana para aprovechar los estados mentales de mayor lucidez de los participantes y pueden ser aplicadas de forma grupal o individual. De ese mismo modo, se seguirán las instrucciones generales específicas determinadas para cada prueba, cumpliendo con las descripciones de demostración, aplicación y tiempo, e informando a los participantes de qué se tratan dichas pruebas, las directrices y los objetivos de las mismas. Por ejemplo, para la prueba CSAPPA de coordinación motora, se destinan de 15 a 20 minutos para su aplicación. Para el caso de la aplicación de la prueba PROESCRI, se debe destinar máximo 60 minutos para esta sesión e incluso puede terminar antes si se evidencia cansancio en el participante. La Tabla 6 detalla la secuencia y programación de las actividades a realizar definiendo los tiempos requeridos.

**Tabla 6**

*Procedimiento y Cronograma*

| Responsable                              | Actividades  | Febrero |   |   |   | Marzo |   |   |   | Abril |   |   |   | Mayo |   |   |   |  |
|--|--|---------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|------|---|---|---|--|
|  |  | 1       | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 |  |
| Investigador responsable                 | Socialización del proyecto en los centros educativos y equipo de trabajo |         |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |      |   |   |   |  |
| Investigador responsable y colaboradores | Aplicación del consentimiento informado                                  |         |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |      |   |   |   |  |
| Profesionales capacitados                | Aplicación de pruebas (medidas pre)                                      |         |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |      |   |   |   |  |
| Hipoterapeuta y fisioterapeuta           | Intervención por hipoterapia   |         |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |      |   |   |   |  |
| Profesionales capacitados                | Aplicación de pruebas (medidas post)                                     |         |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |      |   |   |   |  |

Nota. Elaboración propia

### 3.7. Análisis de datos

Para verificar las hipótesis, será necesario estudiar la diferencia de medidas de las variables seleccionadas, memoria de trabajo, escritura y coordinación motora, aplicando la prueba "t" de Student, una prueba de estadística deductiva para lo cual asumimos –y verificaremos– que las variables tengan una distribución normal. Esta se aplicará para determinar si hay una diferencia significativa entre las medias de los dos grupos, el que recibe la intervención por hipoterapia y el que no la recibe. Conceptualmente, el valor de *t* representa el número de unidades estándares que están separando las medias de los dos grupos. Aplicando la prueba t-student se busca, con un grado de confianza ( $p < .05$ ), la diferencia obtenida entre las medias de los grupos. Cuanto mayor sea la diferencia entre las dos medias, mayor será la probabilidad de que una diferencia estadística significativa exista.

### 3.8. Recursos humanos, materiales y económicos

La obtención y gestión de los recursos juega un papel vital para el éxito de cualquier proyecto. En el caso de esta investigación, se procede a identificar, adquirir, planificar y asignar los recursos para maximizar la eficiencia y administrar los medios disponibles de la mejor manera. Debido al hecho de que 3 entes estarán participando (centros educativos, padres de familia e investigador/centro de hipoterapia), se considera realizar aportes voluntarios para contribuir con el monto total del proyecto, así como donaciones o contribuciones de terceros. Se detallan los recursos humanos, materiales y económicos (en pesos colombianos – COP) que se consideran necesarios, basándose en el tiempo de ejecución del estudio, junto con el presupuesto aproximado.

**Tabla 7**

*Recursos necesarios para la realización del proyecto de investigación*

| RECURSOS NECESARIOS |                                |  |                 |
|---------------------|--------------------------------|--|-----------------|
| HUMANOS             |                                |  |                 |
| #                   | CARGO                          | FUNCIÓN  | COSTO (COP)     |
| 2                   | Palafrenero                    | Encargado de cuidar y alistar a los caballos   | \$2'500.000 c/u |
| 1                   | Hipoterapeuta                  | Guiar y supervisar las sesiones de hipoterapia   | \$3'000.000     |
| 6                   | Auxiliares                     | Apoyar las sesiones de hipoterapia bajo la instrucción del hipoterapeuta   | \$1'500.000 c/u |
| 1                   | Fisioterapeuta                 | Identificar y responder a los objetivos y necesidades motoras de los participantes   | \$3'000.000     |
| 2                   | Pedagoga o docente             | Planeación, ejecución y evaluación del programa y las estrategias de la intervención académica                                   | \$3'000.000 c/u |
| 1                   | Psicopedagoga o psicólogo      | Evaluar, diagnosticar y acompañar los procesos   | \$3'000.000     |
| 1                   | Investigador responsable       | Preparar y ejecutar protocolo del estudio, supervisar, recoger y analizar los datos e informar sobre los resultados del estudio. | \$3'000.000     |
| 2                   | Colaboradores de investigación | Asistir la investigación según directrices del investigador responsable.   | \$2'000.000 c/u |
| 6                   | Co-terapeutas (caballos)       | Facilitar e intervenir en las sesiones de hipoterapia  | N/A             |

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación

| <b>MATERIALES</b> |  |   |
|-------------------|--|---|
| #                 | DESCRIPCIÓN  | COSTO   |
| 1                 | Mantenimiento instalaciones centro de hipoterapia                | \$1'500.000                                   |
| 2                 | Mantenimiento equipamiento para los caballos                     | \$500.000                                     |
| 3                 | Mobiliario sesiones de intervención                              | \$200.000                                     |
| 4                 | Materiales sesiones de intervención de todas las variables       | \$300.000                                     |
| 5                 | Software, Hardware   | \$700.000                                     |
| 6                 | Pruebas estandarizadas:<br>CSAPPA<br>WISC-5<br>PROESCRI Primaria | No tiene costo<br>\$450.000<br>No tiene costo |
| <b>ECONÓMICOS</b> |  |   |
| #                 | DESCRIPCIÓN  | COSTO   |
| 1                 | Total salarios de recursos humanos                               | \$36'000.000                                  |
| 2                 | Mantenimiento caballos   | \$3'500.000                                   |
| 3                 | Mantenimiento instalaciones                                      | \$1'500.000                                   |
| 4                 | Instrumentos de evaluación                                       | \$450.000                                     |
| 5                 | Materiales sesiones de intervención + mobiliario                 | \$500.000                                     |
| 6                 | Transporte<br>*según requerimientos                              | \$6'000.000<br>*aproximado                    |
| 7                 | Alimentación<br>*según requerimientos                            | \$2'000.000<br>*aproximado                    |
| <b>TOTAL</b>      |  | <b>\$49.950.000</b>                           |

*Nota.* Elaboración propia

## 4. Discusión y Conclusiones

### 4.1. Discusión

El propósito del estudio fue analizar la efectividad de la hipoterapia comparando los resultados de pruebas estandarizadas para evaluar las tres variables dependientes realizadas a dos grupos, el grupo de control (GC) quien no recibió la intervención por hipoterapia, y el grupo experimental (GE) quien sí recibió intervención por hipoterapia, con el fin de corroborar si la hipoterapia era efectiva para intervenir en el trastorno del desarrollo de la coordinación, estimulando y fortaleciendo su capacidad de memoria de trabajo, de coordinación motora y de los procesos grafomotores de la escritura, en estudiantes entre 10 y 12 años de edad que asisten a colegios públicos u oficiales. Ambos grupos partieron con las mismas medias para las pruebas pretest para asegurar igualdad de condiciones. Se diseñaron los siguientes objetivos e hipótesis que se desarrollan seguidamente.

El primer objetivo está centrado en confirmar el beneficio de la hipoterapia en el tratamiento del trastorno del desarrollo de la coordinación. De acuerdo con la hipótesis de partida, se esperaba que los estudiantes con trastorno del desarrollo de la coordinación logran mejorar puntajes en pruebas de coordinación motora que el grupo que no recibe la intervención en hipoterapia. Son escasos los estudios en general que relacionan estas mismas variables, no obstante, Cifuentes y Fabra (2009) afirman encontrar resultados positivos en tratamientos de hipoterapia como lo son una mayor coordinación, mayor control del cuerpo, mejoría en la orientación espacial y el equilibrio, todo gracias a los movimientos tridimensionales del caballo. Adicionalmente, Moreno (2014) proporciona evidencia de casos en donde se observa una mejoría de la conciencia corporal, alineación postural, equilibrio o imagen corporal y coordinación de patrones de movimientos gracias a estas terapias asistidas con caballos, ya que los centros nerviosos responsables de la ejecución de patrones de motricidad gruesa (cerebelo, cuerpos estriados, núcleos talámicos y subtalámicos) son estimulados por el movimiento del caballos al brindarles información propioceptiva y cinestésica. Por lo tanto, si la hipótesis se confirmara, estaría alineada con los hallazgos de estos autores.

El segundo objetivo está centrado en confirmar el beneficio de la hipoterapia en la MT en niños con trastorno del desarrollo de la coordinación. De acuerdo con la hipótesis de partida, se

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación

espera que los estudiantes con trastorno del desarrollo de la coordinación logren mejorar puntajes en pruebas de MT en comparación con el grupo que no recibe la intervención en hipoterapia. A pesar de la dificultad para encontrar estudios previos que analicen la relación entre estas dos variables, Cifuentes y Fabra (2009) en un estudio de caso único de una joven que estuvo seis meses en estado de coma debido a un accidente cerebro vascular, presentando luego secuelas con severas alteraciones en el lenguaje, la memoria y el movimiento, afirman que “después de cinco años de haber recibido tratamiento de rehabilitación integral... evidencia buena recuperación del lenguaje y la memoria... y ha generado una vía de conexión bilateral entre los hemisferios cerebrales” (p. 22). Así mismo, García-Cacciò (2021) afirma que las actividades que el infante direcciona sobre el lomo del caballo por sí mismo, fortalecen la MT visoespacial, entre otras FFEE, al lograr los recorridos establecidos y cumplir con el objetivo de la actividad.

El tercer objetivo está centrado en confirmar el beneficio de la hipoterapia en los procesos grafomotores de la escritura en niños con trastorno del desarrollo de la coordinación. De acuerdo con la hipótesis de partida se espera que los estudiantes con trastorno del desarrollo de la coordinación logran mejorar puntajes en pruebas de procesos grafomotores en la escritura en comparación con el grupo que no recibe la intervención en hipoterapia. Si bien no se encuentra gran variedad de estudios que examine la relación directa entre estas dos variables, hay evidencia clara de la mejora en la ejecución de los procesos grafomotores al estimular y rehabilitar la coordinación motora, como lo detalla Malloy-Miller et al (1995), al describir el hallazgo de una mejoría en la calidad de la línea, el cierre de las letras y el tamaño de las letras dentro de las palabras. En base a esto y a la evidencia adicional sobre los beneficios de la hipoterapia en el campo de la calidad de la escritura que afirma que este tipo de IAA “mejora la disociación y coordinación de movimientos, se adquiere una mejor percepción espacio-temporal y desarrollo de habilidades psicomotrices” (Cifuentes y Fabra, 2009, p. 14). Así mismo, en el plano psicomotor se afirma que la hipoterapia afianza el desarrollo de la coordinación óculo-manual, la coordinación y disociación de los movimientos, algo vital para los procesos grafomotores, y se comprueba al revisar un testimonio de un paciente de 8 años de edad, quien presentaba un trastorno neuromotor y quien durante y al finalizar su intervención por hipoterapia, evidenció mejoras en su motricidad fina.

Por último, no se han encontrado estudios que pongan en manifiesto la no relación de las variables definidas para esta investigación. Por un lado, hay evidencia relevante sobre la relación directa entre el desarrollo psicomotor y los procesos grafomotores de la escritura, en donde la MT entra en ejercicio, generando una interrelación entre estas, por lo que difícilmente se pueden hallar estudios que demuestren lo contrario. Por otro lado, es sabido que es escasa la evidencia de estudios apoyados en las intervenciones asistidas con caballos con fundamento o respaldo científico como el aquí propuesto. Sin embargo, la evidencia relacionada anteriormente sobre los beneficios de las terapias asistidas con caballos, respalda su efectividad, apoyando la aceptación de las hipótesis aquí expuestas en vez de su rechazo.

#### 4.2. Conclusiones esperadas

Una vez aplicado y culminado el estudio, se espera contar con la información suficiente y necesaria para lograr el objetivo planteado inicialmente, determinar la efectividad de la hipoterapia en la mejora de la memoria de trabajo y de los procesos grafomotores de la escritura en niños de 10-12 años que presentan trastorno del desarrollo de la coordinación. De forma puntual, luego de que el grupo experimental complete los tres meses de sesiones terapéuticas asistidas con caballos, se espera que:

1. Los estudiantes con trastorno del desarrollo de la coordinación pertenecientes al grupo experimental logren mejorar puntajes en pruebas de coordinación motora. Las evidencias y resultados encontrados en otros estudios que detallan los beneficios de la hipoterapia en la mejora de la coordinación de patrones de movimientos son contundentes y sin duda esta ocasión no será la excepción.
2. Los estudiantes con trastorno del desarrollo de la coordinación que reciben hipoterapia logren mejorar puntajes en pruebas de MT en comparación con el grupo que no recibe dicha intervención. Si bien falta reunir evidencias en el estudio del efecto de la hipoterapia en esta variable en particular, la estimulación a nivel cerebral que brinda el caballo al andar al aire o paso adecuado, es contundente, lo que llevará sin duda a estimular y fortalecer la capacidad de memoria de trabajo en los participantes de este estudio.
3. Así mismo, se espera que dichos participantes logren mejorar puntajes en pruebas de procesos grafomotores de la escritura en comparación con el grupo que no recibe

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación dicha intervención. Al fortalecer la coordinación motora, la motricidad tanto fina como gruesa se verá igualmente fortalecida, por lo que evidentemente habrá una clara mejoría en la calidad de su escritura, siendo esta más organizada y, por lo tanto, legible.

### 4.3. Limitaciones esperadas

Como en todo proyecto de investigación, se presentan limitaciones o amenazas a la fiabilidad y validez de los resultados en particular y a la investigación en general. En este caso puntual, se conoce que una limitación en particular es el tamaño de la muestra, que si bien está compuesta por 50 participantes, lo ideal es lograr trabajar con un número mayor, cerca de 150, para asegurar resultados aún más fiables. De igual forma, durante los 3 meses de la intervención por hipoterapia, puede suceder que se presenten dificultades con el transporte de los participantes al centro ecuestre o que los participantes y/o sus acudientes tengan dificultades de salud que interfieran con la asistencia continua al centro ecuestre para poder completar las 12 semanas de intervención, por lo que puede suceder que no todos los participantes reciban la totalidad de sesiones programadas inicialmente. Así mismo, se puede presentar la situación en la que algún participante pierda interés en continuar con la intervención o que el acercamiento a los caballos le genere tensión o miedos, por lo que podría retirarse voluntariamente del estudio, así como factores distractores que interfieran en alcanzar los objetivos definidos para cada sesión terapéutica. Adicionalmente, los centros educativos podrían presentarse reacios a participar del estudio, posiblemente por no creer en la efectividad de la hipoterapia ya sea por falta de información o creencias que lleguen a demeritar los resultados de estudios previos. Por último, el hecho de no haber aplicado la prueba del CI a los participantes, basándonos en los resultados académicos favorables reportados por sus padres y docentes en la primera fase del estudio, puede llevar a que este sea un factor que afecte la muestra elegida.

### 4.4. Prospectiva

El corroborar la eficacia de la hipoterapia en el desarrollo y aplicación de este estudio, será motivo de inspiración para continuar con investigaciones estructuradas que incluyan la intervención de esta terapia alternativa en otros trastornos del neurodesarrollo y así poder contribuir con la mejora de la calidad de vida de los participantes. De igual forma, se proyecta

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación  
invitar a los participantes y a sus familias a compartir su experiencia con otros que presenten características similares para dar a conocer la efectividad de las IAC.

Con respecto a futuras líneas de investigación, se proponen cinco vías no excluyentes entre sí: (a) Ampliar el tamaño muestral; (b) comparar los resultados de las/los participantes; (c) socializar los resultados con otros centros educativos y centros ecuestres para llegar a más familias; (d) buscar contribuciones de terceros para patrocinar futuros estudios; y (e) ubicar y contactar niños en situaciones de vulnerabilidad y discapacidad que puedan beneficiarse de estas terapias ecuestres.

Con respecto a las aplicaciones educativas, la información aportada en este trabajo puede ser incluida en el diseño de un plan terapéutico alternativo para complementar la intervención de las dificultades de aprendizaje asociadas a la memoria de trabajo, a la coordinación motora y los procesos grafomotores en la escritura. Esta investigación, sin embargo, da pie para incluir otras dificultades en el aprendizaje por lo que será valioso tenerla en cuenta para continuar con el descubrimiento de sus beneficios para el tratamiento de diversos trastornos del neurodesarrollo y su aplicación en la neuropsicología educativa. Sin duda, otros trastornos del neurodesarrollo también pueden llegar a obtener resultados positivos y significativos a raíz de los beneficios de la hipoterapia que se han ido registrando a lo largo de los últimos años. De igual forma, se espera replicar la intervención en otros centros educativos y centros ecuestres con el objetivo de socializar los resultados e implementar la intervención en otras zonas del país para lograr suplir las necesidades de esta población en condición de discapacidad.

## Referencias bibliográficas

Albaret, J. M. (2002). Trastornos psicomotores en el niño. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale - Pédiatrie*, 37: 1–15. DOI: 10.1016/S1245-1789(02)72030-1

Amador, J. A. y Forns, M. (2019). *Escala de inteligencia de Wechsler para niños, quinta edición: WISC-V*. [Documento de trabajo, Universidad de Barcelona]. Archivo digital.

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). DOI: 10.1176

Arch Dis Child. (2007). *Evaluating the CSAPPA subscales as potential screening instruments for developmental coordination disorder*, 92(11): 987–991. DOI: 10.1136/adc.2006.115097

Artiles-Hernández, C. y Jiménez-González, J. E. (2007). *PROESCRI PRIMARIA: Prueba de evaluación de procesos cognitivos en la escritura*. Consejería De Educación, Cultura Y Deportes Del Gobierno De Canarias.

Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual review of psychology*, 63: 1-29. DOI: doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422

Campuzano, L. F. (2014). *Procesos psicológicos implicados en la hipoterapia*. [Tesis de pregrado, Universidad de Antioquia]. Archivo digital.

Cifuentes, E. y Fabra, J. (Mayo, 2009). Hipoterapia. *Educación Especial*, 24.

Chung, P. y Patel, D. (2015). Dysgraphia. *Int J Child Adolesc Health* 8(1): 27-36.

Feder, K. P., y Majnemer, A. (2007). Handwriting development, competency, and intervention. *Developmental Medicine Child Neurology*, 49(4): 312–317.

DOI: dx.doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00312.x

Flores, B. (2021). *Hipoterapia El caballo sanador: una guía amable*. Fundación Krines.

Gámez-Calvo, L., Gamonales, J. M., Hernández-Beltrán, V. y Muñoz-Jiménez, J. (2022). Beneficios de la hipoterapia para personas con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad en edad escolar. *Revisión sistemática exploratoria* (Benefits of hippotherapy for people with Attention Deficit and Hyperactivity Disorder in school age. *Expl. Retos*, 43, 88-97.  
DOI: [dx.doi.org/10.47197/retos.v43i0.88655](https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.88655)

García-Cacciò, G. A. (2021). Acompañamiento asistido con caballos en la infancia: Una mirada desde la neuropsicología. *Ángeles*, 14: 26.

García, M. y Quiroz, L. (2011). Apartheid educativo: educación, desigualdad e inmovilidad social en Bogotá. *Razón Pública*. [En línea]. DOI: [doi.org/10.1787/9789264250604-en](https://doi.org/10.1787/9789264250604-en)

Giraldo-Jiménez, C. F. (2020). Evaluación de la función neuromuscular. *Evaluación de la función motora general*. Editoriales científicas. DOI: [doi.org/10.35985/9789585147294.5](https://doi.org/10.35985/9789585147294.5)

Hallahan, D. P., Kauffman, J. M. y Pullen, P. C. (2019). *Exceptional learners*. (16ª ed.). Pearson Education, Inc.

Kavanaugh, B. C., Tuncer, O. F., y Wexler, B. E. (2019). Measuring and Improving Executive Functioning in the Classroom. *Journal of Cognitive Enhancement*, 3(3): 1-10.  
DOI: [doi.org/10.1007/s41465-018-0095-y](https://doi.org/10.1007/s41465-018-0095-y)

López-Roa, L. M. y Moreno-Rodríguez, E. D. (2015). Hipoterapia como técnica de habilitación y rehabilitación. *Rev Univ. Salud*, 17(2): 271-279. DOI:10.22267/rus.151702.11

Magaña, M. y Ruíz-Lázaro, P. (2010). Trastornos específicos del aprendizaje. Sociedad Española de Pediatría Extrahospitalaria y Atención Primaria (SEPEAP). *Revista Neurología*, 2: 21-28.

- Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación
- Malloy-Miller, T., Polatajko, H. & Anstett, B. (1995). Handwriting error patterns of children with mild motor difficulties. *CJOT*, 62(5): 258-267. DOI: doi.org/10.1177/000841749506200505
- Martín-Lobo, P. (coord) y Vergara-Moragues (coord). (2016). Procesos e instrumentos de evaluación neuropsicológica educativa. *Secretaría General Técnica*: 1-248.
- Mavrou, I. 2016. Memoria operativa y expresión escrita: un área de investigación pendiente en el campo de la Adquisición de Segundas Lenguas. *Porta Linguarum*, 27: 171-183.
- Melillo, R. (2015). *Disconnected kids*. Penguin Group.
- Mendiaras, R. (2008). La Psicomotricidad Educativa: un enfoque natural. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 22(2): 199-220.
- Missuina C., Gaines R., Soucie H. y Malean J. (2006) Parental questions about developmental coordination disorder: A synopsis of current evidence. *Pediatric Child Health*, 11(8): 507-512. DOI: doi.org/10.1093/pch/11.8.507
- Moreno, E. D. (2014). La hipoterapia en la marcha de los niños con PCI: reporte de casos. *Revista Ascofi*, 55: 66-69.
- Moreno-Murcia J. A., Martínez-Galindo M. C., Ruiz Pérez L. M., García Coll V. y Martín-Albo J. (2011). *Validation of the Spanish version of the children's self-perceptions of adequacy in and predilection for physical activity (CSAPPA) questionnaire*. *Psychol Soc Educ*, 3(2): 113-32.
- Plata, R. y Guerra, G. (2009). El niño con trastorno del desarrollo de la coordinación. ¿Un desconocido en nuestra comunidad? *Norte de Salud Mental*, 8(33): 18-30.
- Portellano Pérez, J. A. (2018). *Neuroeducación y funciones ejecutivas*. Ciencias de la Educación Preescolar y Especial.

- Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación
- Ramajo, S. (2016). Pruebas e instrumentos para medir la memoria y el aprendizaje en la infancia y la adolescencia. En P. Martín Lobo y E. Vergara-Moragues (Coords.), *Procesos e instrumentos de evaluación neuropsicológica educativa* (pp. 101-106). Centro Nacional de Investigación e Innovación.
- Rodríguez-Fernández, C., Mata-Zubillaga, D., Rodríguez-Fernández, L. M., Regueras-Santos, L., De Paz-Fernández, J. A. y Conde-Guzón, P. A. (2015). Trastorno del desarrollo de la coordinación. *Bol pediatr*, 55(234): 247-253. DOI: ibc-147154
- Rosselli, M. (2003). Maduración cerebral y desarrollo cognoscitivo. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales Niñez y Juventud*, 1(1): 125-144.
- Ruiz, R. (2015). *Trastornos de la expresión escrita*. En: Marisa Arnedo Montoro, Judit Bembibre Serrano, Armando Montes Lozano et al. *Neuropsicología infantil. A través de casos clínicos*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Ruiz-Salmerón, F. (coord). (2015). *Guía Básica de fisioterapia educativa*. Región de Murcia. Consejería de Educación y Universidades, 1-57.
- Sigmundsson, H. (2005). Disorders of motor development (clumsy child syndrome). *Journal of neural transmission. Supplementum*, 69: 51-68. DOI: 10.1007/3-211-31222-6\_4
- Smits-Engelsman, B. C. y Van Galen, G. P. (1997). Dysgraphia in Children: Lasting Psychomotor Deficiency or Transient Developmental Delay? *Journal of Experimental Child Psychology*, 67(2): 164-184. DOI: doi.org/10.1006/jecp.1997.2400
- Wechsler, D., Flanagan, D. y Kaufman, A. (2010). *WISC-V. Escala de inteligencia de Wechsler para niños-V*. Madrid: Pearson.
- White-Lewis, S. (2020). Equine-assisted therapies using horses as healers: A concept analysis. *Nursing Open*, 7: 58–67. DOI: doi.org/10.1002/nop2.377

Efectividad de las terapias asistidas con caballos en la mejora de la memoria de trabajo y la escritura en niños de 10-12 años con trastorno del desarrollo de la coordinación

Wood, W.H. y Fields, B.E. (2021). Hippotherapy: a systematic mapping review of peer-reviewed research, 1980 to 2018. *Disability and rehabilitation*, 43(10): 1463–1487.

DOI: [doi.org/10.1080/09638288.2019.1653997](https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1653997)

## Anexos

### Anexo A

**Tabla 1**

*Uso médico actual de los caballos, 2019*

**TABLE 1** Current medical use of horses

| Modality       | Health issues   | Citations   | Intervention  |
|----------------|---|---|---|
| Orthopaedic    | Scoliosis<br>Hypermobility syndrome<br>Balance issues   | Ihara, Ihara, and Doumura (2012), Rigby and Grandjean (2016)<br>Mosulishvili and Loria (2013)<br>de Araújo et al. (2013)  | Hippotherapy, Equine-Assisted Activities              |
| Neurological   | Stroke<br>Spinal cord injuries<br>Multiple sclerosis<br>Spina bifida<br>Friedreich's ataxia<br>Fibromyalgia<br>Gross motor dysfunction with intellectual impairment | Beinotti et al. (2013)<br>Knight and Coffey (2016)<br>Muñoz-Lasa et al. (2011)<br>Angoules, Koukoulas, Balakatounis, Kapari, and Matsouki (2015)<br>Gilliland and Knight (2012)<br>Thorson (2012)<br>Giagazoglou, Arabatzi, Dipla, Liga, and Kellis (2012)            | Hippotherapy, Therapeutic Horseback Riding            |
| Learning       | Nurse presence and centring<br>Leadership   | Walsh and Blakeney (2013)<br>Kelly (2014)   | Groundwork  |
| Service        | Blindness<br>Visitation for hospitals, community centres, rehabilitation institutes and schools and extended care facilities  | O'Brien (2012)<br>Beckett (2014)  | Guide miniature horses<br>Visitation                  |
| Speech         | Speech therapy  | Koca and Ataseven (2016)  | Hippotherapy  |
| Breast cancer  | Lymph oedema  | Specht (2013)   | Extremity exercise with animal's warmth               |
| Exercise/sport | Riding and driving for people with disabilities<br>Trail riding<br>Dressage<br>3-day eventing<br>Show jumping   | Riding for the Disabled (2018), United States Driving for the Disabled (2018)<br>Hara, Webb, Brady, Walker, and Sacra (2015)<br>Welker, Swalve, Stock, and Schöpke (2018)<br>Hall, Robins, Varley, and Crundall (2011)<br>Cravana, Medica, Ragonese, and Fazio (2017) | Recreational and competitive                          |
| Psychological  | PTSD<br>Autism<br>At-risk adolescents<br>Social interaction improvement<br>ADHD<br>Prisoner behaviour reform<br>Substance abuse treatment                           | Johnson et al. (2018)<br>Malcolm, Ecks, and Pickersgill (2018)<br>Wilkie, Germain, and Theule (2016)<br>Fine (2015)<br>Jang et al. (2015)<br>Bachi (2013b)<br>Kern-Godal, Brenna, Arnevik, and Ravndal (2016)   | Interaction, training, groundwork, therapeutic riding |
| Empowerment    | Abused women  | Herd (2018)   | Increasing trust by interacting with the horse        |

Nota. Tomado de Equine-assisted therapies using horses as healers: A concept analysis. White-Lewis, S. 2020. <https://doi.org/10.1002/nop2.377>

## Anexo B

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, \_\_\_\_\_, identificado(a) con documento de identificación número \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, voluntariamente accedo a que mi hijo(a) \_\_\_\_\_ menor de edad, identificado(a) con documento número \_\_\_\_\_, participe en el proyecto de investigación sobre la efectividad de la hipoterapia como alternativa para tratar el Trastorno del Desarrollo de la Coordinación.

Me han explicado en qué consiste el proceso que se llevará a cabo y, así mismo, conozco los riesgos que trae el trabajar con animales de asistencia. Tengo claro que esta información se maneja de manera confidencial, utilizándose únicamente para aspectos del estudio. De igual forma, tengo conocimiento que podremos retirarnos voluntariamente en caso de considerarlo necesario.

Me acojo a todas las recomendaciones y requerimientos para el correcto uso de los servicios de esta terapia ecuestre.

Por último, hago constar que mi hijo(a) se encuentra vinculado(a) a una entidad promotora de salud –EPS– y su servicio está activo a la fecha.

En constancia de lo anterior firmo a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Firma del Padre/Madre o acudiente

C.C. # \_\_\_\_\_

## Anexo C



*Nota.* Centro de hipoterapia propio de la autora. Siloé - Healing & Freedom. 2022.

<https://sites.google.com/view/siloe-healing-freedom/inicio>