

UNIVERSIDAD  
INTERNACIONAL  
DE LA RIOJA

**unir**

**Universidad Internacional de La Rioja  
Máster universitario en Neuropsicología y  
Educación**

# Relación entre desempeño bimanual, integración visomotora y escritura en niños con hemiplejía.

**Trabajo fin de máster  
presentado por:** Patricia Roldán Pérez

**Titulación:** Máster universitario en Neuropsicología y  
Educación

**Línea de investigación:** Motricidad y procesos de lectura

**Director/a:** Ana Cristina Llorens Tatay

Ciudad: Zaragoza

Fecha; 28 de Julio del 2015

Firmado por: Patricia Roldán Pérez



## **Resumen**

**Objetivo.** El presente trabajo pretende analizar la relación existente entre el desempeño bimanual, la integración visomotora y el desarrollo de la escritura en niños con Parálisis Cerebral hemipléjica (con afectación derecha e izquierda) con edades comprendidas entre los 6 y los 12 años. Para la medición de las variables, se aplicaron la *Escala Assisting Hand Assessment, AHA* (Krumlinde-Sundholm y Eliasson, 2003), el *Test de Integración Visomotora, VMI* (Beery, Buktenica y Beery, 1997), el *Test de análisis de lectoescritura, TALE* (Toro y Cervera, 2014) y la *Batería de evaluación de los procesos de escritura, PROESC* (Cuetos, Ramos y Ruano, 2002). Para el análisis de los datos se empleó un diseño no experimental cuantitativo correlacional, analizando y relacionando las variables de estudio sin pretender generar relaciones de causalidad. Para el análisis de las diferentes variables cuantitativas se empleó el *coeficiente de correlación de Pearson*. **Resultados.** Se reclutaron 35 niños con PC hemipléjica y un rango de edad entre los 6,46 años (77,60 meses) y los 11,40 años (136,9 meses). Se encontró correlación positiva y significativa entre desempeño bimanual e integración visomotora ( $r=0,378$ ), así como entre desempeño bimanual y escritura ( $r=0,427$ ), con una probabilidad asociada al estadístico ( $p$ ) menor a 0,05. La correlación significativa con una relación más fuerte ( $r=0,739$ ), se establece entre el desarrollo de la integración visomotora y la escritura ( $p<0,01$ ). **Conclusiones.** La mayor capacidad en el desempeño bimanual se relaciona de manera positiva con la obtención de mejores resultados en las pruebas de integración visomotora y mayores puntuaciones en las pruebas de escritura.

Palabras clave: *hemiplejía, desempeño bimanual, integración visomotora, escritura.*

## **Abstract**

*Purpose.* This paper analyzes the relationship between the bimanual performance, visual-motor integration and the development of writing in children with hemiplegic cerebral palsy (with involvement right and left) aged between 6 and 12 years of age. For the measurement of the variables applied the *Scale Assisting Hand Assessment, AHA* (Krumlinde-Sundholm and Eliasson, 2003), the *Test of Visual Motor Integration, VMI* (Beery, Buktenica and Beery, 1997), the *reading and writing test analysis, TALE* (Toro and Cervera, 2014) and *Assessment battery writing processes, PROESC* (Cuetos, Ramos Ruano, 2002) were applied. For the analysis of quantitative data a correlational non experimental design was used, analyzing and relating the study variables without attempting to generate causality. For the analysis of quantitative variables the *Pearson correlation coefficient* was used. *Results.* 35 children with hemiplegic PC within an age range between 6,46 years (77,60 months) and 11,40 years (136,9 months) were selected. Positive and significant correlation was found between bimanual performance and visual-motor integration ( $r=0,378$ ) and between bimanual performance and writing ( $r=0,427$ ), with a statistical probability associated ( $p$ ) less than 0,05. The significant correlation with a stronger relationship ( $r=0,739$ ) is established between the development of visual-motor integration and writing ( $p<0,01$ ). *Conclusions.* The increased capacity in the bimanual performance is positively associated with better results on tests of visual-motor integration and higher scores on tests of writing.

Keywords: hemiplegia, bimanual performance, visual-motor integration, writing.

# ÍNDICE

<b>Resumen</b>	<b>3</b>
<b>Abstract</b>	<b>4</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>9</b>
1.1. Justificación y problema	9
1.2. Objetivos generales y específicos	13
<b>2. Marco Teórico</b>	<b>14</b>
2.1. La Parálisis Cerebral Hemipléjica	14
2.2. Desempeño bimanual	17
2.3. Integración visomotora	21
2.4. Los procesos de escritura y el niño con hemiplejía	22
<b>3. Marco Metodológico (materiales y métodos)</b>	<b>26</b>
3.1. Hipótesis de investigación	26
3.2. Diseño	28
3.3. Población y muestra	28
3.4. Variables medidas e instrumentos aplicados	30
3.5. Procedimiento	40
3.6. Plan de análisis de datos	41
<b>4. Resultados</b>	<b>42</b>

<b>4.1. Análisis descriptivos y análisis de la normalidad de las variables</b>	<b>42</b>
<b>4.2. Correlación entre desempeño bimanual (AHA) e integración visomotora (VMI)</b>	<b>45</b>
<b>4.3. Correlación entre desempeño bimanual (AHA) y escritura (tipificada)</b>	<b>46</b>
<b>4.4. Correlación entre integración visomotora (VMI) y escritura (tipificada)</b>	<b>47</b>
<b>5. Programa de intervención neuropsicológica</b>	<b>48</b>
<b>6. Discusión y Conclusiones</b>	<b>51</b>
6.1. Discusión	51
6.2. Conclusiones	54
6.3. Limitaciones	55
6.4. Prospectiva	56
<b>7. Bibliografía</b>	<b>57</b>
7.1. Referencias bibliográficas	57
7.2. Bibliografía	63
<b>ANEXOS</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Listado de ítems a valorar en la escala AHA (Krumlind-Sundholm y Eliasson, 2003)</i> _____	32
Tabla 2. <i>Ítems a valorar en el test VMI (Beery et al., 1997)</i> _____	35
Tabla 3. <i>Reglas ortográficas valoradas en la subprueba "Dictado de pseudopalabras" (Cuetos et al., 2002)</i> _____	38
Tabla 4. <i>Datos descriptivos de la muestra</i> _____	42
Tabla 5. <i>Datos descriptivos las variables de estudio</i> _____	43
Tabla 6. <i>Comprobación del criterio de normalidad según la prueba Kolmogorov-Smirnov</i> ____	44
Tabla 7. <i>Correlación de Pearson entre desempeño bimanual e integración visomotora</i> _____	45
Tabla 8. <i>Correlación de Pearson entre desempeño bimanual y escritura tipificada</i> _____	46
Tabla 9. <i>Correlación de Pearson entre integración visomotora y escritura tipificada</i> _____	47
Tabla 10. <i>Entrenamiento motriz en el desempeño bimanual (Eliasson y Burtner, 2008 y Charles y Gordon, 2006)</i> _____	49

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

<i>Figura 1.</i> Clasificación de la PCI (Mas, 2015)	15
<i>Figura 2.</i> Cuerpo calloso, funciones cerebrales y visión (Snell, 2007)	18
<i>Figura 3.</i> Modelo de producción de palabras escritas (Orza et al., 2002)	24
<i>Figura 4.</i> Material utilizado en el presente estudio para aplicar la Escala AHA	33
<i>Figura 5.</i> Distribución del entorno para la aplicación de la Escala AHA	33
<i>Figura 6.</i> Imagen del Test VMI con figuras valoradas	34

# 1. Introducción

La razón del presente trabajo viene dada por la necesidad de profundizar en los procesos de aprendizaje de los niños con problemas neuromotrices y examinar cómo las limitaciones funcionales se pueden relacionar con la dificultad en el aprendizaje de procesos básicos, tales como la escritura.

## 1.1. Justificación y problema

“Aproximadamente del 30 al 60% del tiempo que pasan los niños en Primaria se emplea en actividades de control fino y escritura, con tareas predominantemente de escritura” (Mchale y Cermak, 1992 citado en Bumin y Kavak, 2010, p. 692). En el presente estudio se pretende analizar esta situación en niños con diagnóstico de hemiplejía, los cuales conforman el 30% de los niños diagnosticados con Parálisis Cerebral Infantil. En concreto, un 35,6% de los sujetos con parálisis cerebral unilateral (hemiplejía) mostraban al menos uno de los denominados *déficits específicos del aprendizaje* (escritura, matemáticas y lectura). Sin embargo, la población típica muestra tan solo un 15% de los mencionados déficits (Pueyo y Vendrell, 2002).

Los niños con hemiplejía, en términos generales, son bastante autónomos en las actividades de la vida diaria cuando organizan las tareas alrededor de su lado sano. La funcionalidad va a depender en muchos casos de diversos factores; el grado de parálisis, dificultades en la integración sensorial y el nivel de espasticidad, entre otros. Sin embargo, la mayor dificultad que se puede encontrar durante el desarrollo de las tareas es el manejo bimanual y la pregunta que se plantea es cómo esta variable se relaciona con el aprendizaje de la escritura que se realiza en el aula (Fedrizzi, Pagliano y Andreucci, 2003).

Las investigaciones sobre los procesos de aprendizaje en los niños con hemiparesia señalan la necesidad de estudiar la relación existente entre el desempeño bimanual y el desarrollo de la escritura. Asimismo, dichos trabajos manejan variables comunes como la medición del tiempo como factor de aprendizaje o el estudio de la pinza dentro de los prerrequisitos de la escritura (p. ej., Kavak y Eliasson, 2011; Fedrizzi et al., 2003; Bumin y Kavak, 2010).

Cuando se habla de la bimanualidad se debe diferenciar el concepto “desempeño bimanual” del significado de “capacidad bimanual”. El desempeño bimanual se refiere al tipo de actuación que

realizan las dos manos de forma simultánea para realizar una tarea concreta, mientras que la capacidad bimanual se relaciona con la habilidad de las manos para desarrollar esa tarea. En el presente trabajo se maneja el concepto de desempeño bimanual, el cual se mide a través de diferentes escalas que valoran la asistencia de la mano afecta en las actividades bimanuales (Klingels, Jaspers, Van de Winckel, De Cock, Molenaers y Feys, 2010).

En la actualidad existen estudios en niños con parálisis cerebral unilateral que relacionan el desarrollo de la escritura con la edad y el cociente intelectual (p.ej, Tükel y Eliasson, 2011). Tras la revisión de la literatura se encuentran numerosos estudios que valoran la competencia y capacidad bimanual (Boyd et al., 2013) y estudios que describen el desarrollo de la escritura (Gimenez et al., 2014) y pocos estudios que analicen la correlación de ambas variables en esta población, un ejemplo es el trabajo de Bumin y Kavak (2010).

De esta manera, en el presente trabajo se plantea un estudio de investigación que pretende identificar si existe una relación entre el desempeño bimanual y la escritura y cómo se establece dicha relación. Las variables que se valoran en la presente investigación son desempeño bimanual, integración visomotora y escritura, con el fin de tener en cuenta el mayor número de parámetros implicados en el actor grafo-motor. Se definen a continuación cada una de las variables para precisar así el problema.

Tal y como se ha indicado en párrafos anteriores, se debe contemplar el concepto de desempeño bimanual comprendiendo lo que éste implica. El desempeño bimanual se refiere al uso espontáneo de la mano hemiparética en diferentes actividades o juegos que implican el uso simultáneo de ambas manos. Se entiende por mano hemiparética al miembro superior afectado que sufre una parálisis parcial tanto en la dimensión motora como sensitiva. Para la medición del desempeño bimanual hay diferentes pruebas estandarizadas que se pueden utilizar en función de los parámetros que interese medir, tal y como muestra en su revisión Klingels et al. (2010).

En la variable de la escritura se revisan las pruebas referentes a los aspectos de la competencia fonológica implicados en el acto grafo-motor. Tal y como describen en su estudio Sola, Hinojo y Cáceres (2010), las competencias del lenguaje oral y escrito se desglosan en cuatro aspectos fundamentales, uno de ellos es la competencia fonológica, la cual se describe como la asociación de un sonido o fonema a un grafema. Los grafemas se deben combinar con otros para construir la palabra. A lo largo de su estudio, Sola et al. (2010), explican que la dificultad para establecer la relación entre el fonema y el grafema genera problemas en el proceso de la escritura, ya que el niño tiene dificultades para representar de forma gráfica la representación mental

fonémica de la palabra. El aprendizaje de la escritura es un instrumento transversal a todas las áreas y es vital su práctica hasta que la escritura se automatice y forme parte de las técnicas instrumentales básicas. Una vez que la escritura es automática el niño puede prestar atención a otros aspectos tales como la ortografía, la sintaxis, la gramática y el contenido del mensaje que se pretende transmitir.

En el estudio de Sola et al. (2010) se relaciona la escritura y la lectura en la dimensión fundamental de la competencia fonológica (correspondencia grafema-fonema). De tal manera que el niño que no establece la correspondencia fonema-grafema, presentará tanto problemas en la escritura de letras y palabras como dificultades en la lectura, ya que si no identifica la palabra como unidad, no será capaz de unir diferentes palabras en la lectura de una oración, y por consiguiente, en la comprensión general de un texto. De ahí surge la importancia del estudio de la escritura en los niños con diagnóstico de hemiparesia, ya que los procesos de lectura y escritura se presentan unidos y forman parte de las competencias educativas transversales a todas las áreas de conocimiento.

Weil y Amundson (1994) hablan de la integración visomotora como un precursor para el desarrollo de la escritura. Definen el concepto como la capacidad del individuo para coordinar la aferencia visual con la eferencia motora. El desarrollo de la coordinación ojo-mano es vital para el desempeño gestual traducido en una escritura eficiente. Estos conceptos se reflejan en el trabajo de Chiappedi et al. (2012), con el objetivo de estudiar la trayectoria motriz del brazo y los componentes visomotores implicados en el desarrollo de la escritura en niños de Primaria.

Específicamente, en el área de intervención de Terapia Ocupacional y Fisioterapia se detecta la necesidad inminente de que los objetivos centrados en habilitar funciones psicomotrices tengan un impacto real en las competencias del niño tanto para su autonomía como en su aprendizaje, y el objetivo final de la propuesta es contribuir a demostrar dicha afirmación. Desde el punto de vista neuropsicológico se detecta la necesidad de vincular los aspectos relacionados con la discapacidad neuromotriz a los procesos de aprendizaje. El fin es identificar la problemática existente y poder dar respuesta a las dificultades específicas, en este caso centrando la atención en la escritura.

El presente trabajo, se elabora siguiendo una metodología no experimental, cuantitativa y correlacional la cual pretende analizar si existe relación entre el desempeño bimanual, los aspectos de integración visomotora y la escritura. Existen trabajos que estudian la relación entre variables similares, por ejemplo el estudio de Weil y Amundson (1994) trabaja con las variables de escritura

e integración visomotora sin incluir el concepto de desempeño bimanual o Bumin y Kavak (2010) exponen un estudio en el que se contemplan las variables de escritura, desarrollo perceptivo y capacidad manual, no teniendo en cuenta el desempeño bimanual. El fin último es el de elaborar un plan de intervención, en función de los resultados, que favorezca la actividad de la escritura como área transversal a las materias impartidas en Primaria. A partir del análisis de los resultados obtenidos se pretende examinar el tipo de relación entre todas las variables analizadas y se planteará una propuesta de intervención concreta.

La investigación propuesta implica el análisis de la relación entre desempeño bimanual de la tarea, el desarrollo de la integración visomotora y la destreza grafo- motora (escritura) llevada a cabo con la mano dominante. Por lo que será esencial, enmarcar cada uno de los conceptos para avanzar en el conocimiento y comprender así la estructura de investigación, en la que se postula que la actividad bimanual promueve el desarrollo perceptivo y un acto unimanual tal y como es la escritura.

## **1.2. Objetivos generales y específicos**

El objetivo general del presente trabajo es *determinar la relación entre los resultados del desempeño en las actividades bimanuales y el nivel integración visomotora y escritura en niños con parálisis cerebral hemipléjica con edades comprendidas entre los 6 y 12 años.*

Los objetivos específicos se describen a continuación;

- Analizar la competencia bimanual mediante actividades que requieren el uso simultáneo y coordinado de ambas manos, estudiando la relación con el resultado de las pruebas de integración visomotora aplicadas a la muestra seleccionada.
- Estudiar la relación entre desempeño bimanual y las pruebas de escritura aplicadas a los niños en función de la edad.
- Estudiar la relación existente entre la evaluación del proceso de integración visomotora en la muestra seleccionada y las pruebas de escritura.
- Proponer un programa de intervención para mejorar los procesos de escritura a partir de los resultados obtenidos en las variables de desempeño bimanual, integración visomotora y escritura.

## 2. Marco Teórico

### 2.1. La Parálisis Cerebral Hemipléjica

La Parálisis Cerebral (en adelante, PC) engloba a un conjunto de trastornos en el desarrollo del movimiento y la postura, que generan restricciones en la participación y en el desempeño de actividades, limitando la autonomía. Se trata de trastornos no progresivos del Sistema Nervioso Central (SNC) cuyo origen se sitúa en el periodo prenatal, perinatal o postnatal. No solo se tratan de trastornos motores aislados, sino que en numerosas ocasiones se acompañan de trastornos sensoriales, perceptivos, cognitivos, comunicativos, conductuales y/o episodios epilépticos (Bax et al., 2005). Steenbergen y Gordon (2006), amplían esta definición e indican que la limitación en la actividad no se debe exclusivamente a la restricción en la ejecución del movimiento, sino que existe una contribución relacionada con la dificultad en el planeamiento motor de la tarea, lo cual explica la problemática para ejecutar actividades cotidianas, tales como la escritura.

El desarrollo de la clasificación de la PC ha sido objeto de múltiples estudios a lo largo de los años. Robaina-Castellanos, Riesgo-Rodríguez y Robaina-Castellanos (2007) en su trabajo, exponen las principales conclusiones que se han alcanzado. Se describe que en todas las clasificaciones hay una categoría fisiopatológica donde se incluyen las principales formas; espástica, discinética y atáxica, así como la forma mixta (combinación de dos formas principales), las cuales se describen a continuación:

- **La forma atáxica** se caracteriza por la lesión del cerebelo que provoca un exceso de movimiento innecesario y déficit en los procesos de coordinación. Se traduce en que el SNC no es capaz de controlar la cronología del movimiento por lo que los sistemas de feedforward (anticipación) y feedback (compulsa) se ven afectados.
- **La forma discinética** se refiere a la afectación principal de los ganglios basales, los cuales se encargan de inhibir todos aquellos movimientos innecesarios y rentabilizar así, el acto motor. Los niños con PC discinética no son capaces de automatizar movimientos por lo que no pueden almacenar referencias claras del patrón motor experimentado.

- **La forma espástica** se refiere a la contracción exagerada de los músculos por una lesión en la corteza motora y vía piramidal, así como las proyecciones de la sustancia blanca en las áreas sensoriomotoras corticales. Se manifiesta por ausencia del movimiento libre y fluido, asimetría e incluso deformidad de los miembros afectados (Levitt, 2012).

Tradicionalmente la clasificación de la PC espástica se ha centrado principalmente en el patrón de distribución corporal del daño. Si la afectación sensorio-motriz se manifiesta en miembros inferiores, se denomina diparéjia. En caso de que la afectación sea de un hemicuerpo, se denomina hemiplejía y si la distribución se extiende a los cuatro miembros (piernas y brazos), con mayor afectación de los miembros inferiores, se clasificará dentro de la forma tetraparéjia o cuadriparéjia (Bax et al., 2005). Terminológicamente se debe aclarar que los sufijos –paresia (limitación o restricción parcial del movimiento) y –plejía (restricción del movimiento) se utilizan por los autores de forma indistinta, por lo que será equivalente el término hemiparesia y hemiplejía o diparéjia y diparesia (Robaina-Castellanos et al., 2007).

A continuación, en la Figura 1 se observan las áreas cerebrales dañadas en función del tipo de PC, tal y como se ha explicado en párrafos anteriores.

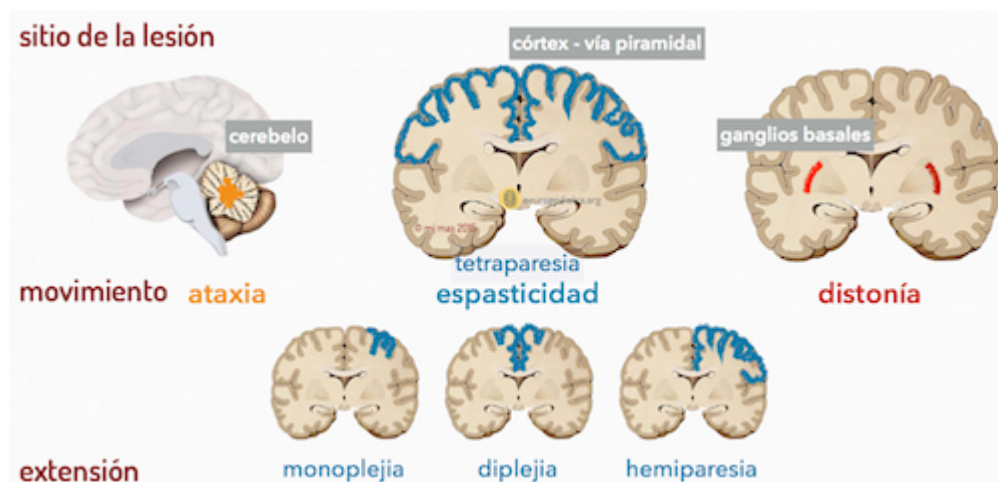


Figura 1. Clasificación de la PCI. (Mas, 2015)

En concreto, la hemiplejía es la forma más común de la PC. En términos generales la hemiplejía es el resultado de una lesión de la corteza y de los ganglios basales contralaterales a los síntomas motores (Kolb y Whishaw, 2006). En el estudio elaborado por Cioni, Sales, Paolicelli, Petacchi, Scusa y Canapicchi (1999), se analiza la etiología de la patología y se concluye en una

clasificación con 4 causas principales; malformaciones cerebrales, anormalidades de la materia blanca periventricular, lesiones a nivel cortical o subcortical y daños cerebrales postnatales no progresivos. El trabajo estudia la etiología de la enfermedad en 91 niños diagnosticados de parálisis cerebral hemipléjica, usando como herramienta de medición la resonancia magnética.

Tal y como muestra en su estudio Bax et al. (2005), las dificultades motrices en el desarrollo del niño con hemiparesia se comienzan a evidenciar en los 18 primeros meses de vida, sin embargo, muchos niños con complicaciones añadidas reciben tratamientos específicos en su periodo perinatal, lo cual genera las primeras sospechas del trastorno.

La prevalencia de la PC es aproximadamente 2 y 3 por cada 1000 nacidos vivos (Bax et al., 2005), aunque otros autores hablan de una prevalencia del 1.5 por cada 1000 nacidos vivos, tal y como se muestra en la revisión publicada por Robaina-Castellanos et al. (2007). En el trabajo publicado por Himmelmann y Uvebrant (2014) se describe, que en el periodo estudiado entre el 2003 y el 2006 en Suecia, el 44% de los recién nacidos con PC manifestaban la forma hemipléjica, seguido por el 29% de los niños cuya forma de manifestación era la PC dipléjica. Con estos datos se puede afirmar que la manifestación hemipléjica ha aumentado en los últimos años con respecto a los datos citados con anterioridad (Pueyo y Vendrell, 2002), que indicaban que el 30% de los niños diagnosticados de PC, manifestaban la forma hemipléjica. Asimismo, la prevalencia de la patología ha aumentado, tal y como se muestra en esta última revisión publicada por Himmelmann y Uverbrant (2014), siendo el valor actual de 2.18 niños nacidos con PC por cada 1000 nacidos vivos.

Si se desglosa la definición con la que se ha introducido el apartado, se observa que la afectación de la PC en general, va más allá del aspecto motor. Tal y como se ha comentado, puede existir una afectación cognitiva, comunicativa, perceptiva, comportamental, así como la aparición de focos epilépticos los cuales pueden ser la causa o consecuencia de la PC. Se definen a continuación las afectaciones asociadas a la PC (Bax et al., 2005);

- En la **dimensión cognitiva**, los procesos de memoria, atención, planificación, así como el pensamiento inductivo y deductivo pueden verse dañados.
- En lo referente a la **comunicación** los niños pueden mostrar dificultad en el aspecto expresivo y/o receptivo, así como en las habilidades de interacción social.
- **Perceptivamente** los niños pueden tener problemas al incorporar e interpretar información sensorial y cognitiva, sin embargo, las dificultades perceptivas pueden ser secundarias a su limitación motriz. Si el niño no es capaz de moverse libremente,

se produce una restricción en el desarrollo perceptual (experimentar con el cuerpo y/u objeto en el espacio y en el tiempo).

- El cuadro **comportamental** de los niños con PC es muy variado; se pueden detectar tanto conductas de ansiedad, trastornos cercanos al autismo o déficit de atención.

Una de las habilidades más afectadas en la PC hemipléjica es el desempeño bimanual. Dentro de esta afectación existe por una parte el trastorno del aspecto motor, y por otra parte, el trastorno del planeamiento motriz, por lo cual se debe conceptualizar, no solo la capacidad o limitación del movimiento, sino lo referente a la acción que pretende dicho movimiento.

## **2.2. Desempeño bimanual**

Como se ha comentado con anterioridad, una de las mayores dificultades que encuentran los niños con hemiplejía en el desarrollo de las tareas, es el manejo bimanual de las herramientas necesarias para el desempeño de una actividad. Los niños con PC hemipléjica han sufrido lesiones tempranas en su SNC que han generado discapacidad manifestada predominantemente en un lado del cuerpo (Hung, Charles y Gordon, 2010). Tales circunstancias generan dificultades en la coordinación bilateral. Las destrezas de coordinación bimanual se requieren para multitud de actividades diarias, tales como teclear, vestirse o comer.

El cuerpo calloso es una estructura que está encargada de la comunicación entre ambos hemisferios, tal y como se muestra en la Figura 2. Está formada por gran cantidad de sustancia blanca y participa en la coordinación de ambos lados del cuerpo para el desempeño de las tareas bimanuales que acontecen en la vida diaria (Gooijers y Swinnen, 2014). En el caso de los niños con PC hemipléjica, el cuerpo calloso no puede realizar una comunicación rápida y efectiva entre ambos hemisferios, ya que uno de ellos está dañado. Hawe, Sukal-Moulton y Dewald (2013) describen en su estudio, que la afectación del cuerpo calloso en niños con PC hemipléjica, se manifestaba a través de problemas sustanciales en la actividad bimanual y la aparición de movimientos en espejo. Los movimientos en espejo se producen durante las actividades de control voluntario. Mientras que el niño voluntariamente mueve la mano más afectada (parética), se producen movimientos involuntarios en la musculatura homóloga del miembro contralateral (en

este caso del miembro no afectado), así se expone en la revisión realizada por Cox, Cincotta y Espay (2012).

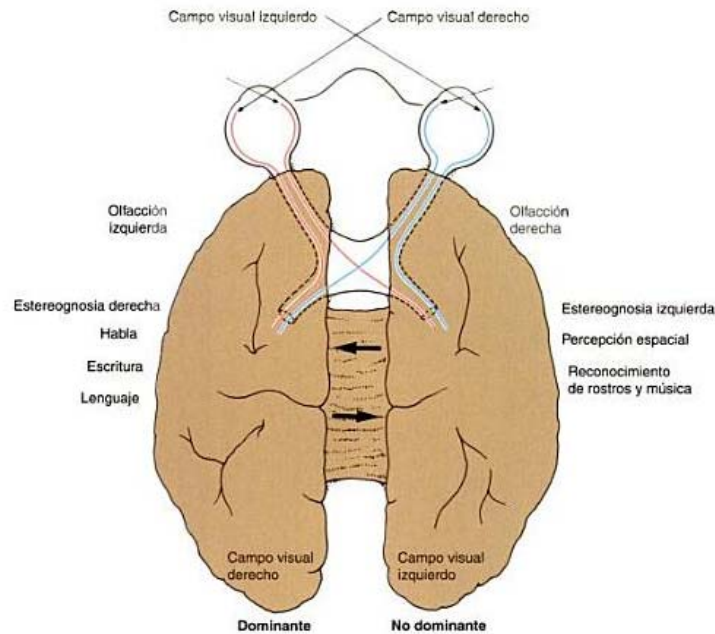


Figura 2. Cuerpo calloso, funciones cerebrales y visión. (Snell, 2007)

**La clínica** resultante de la lesión cerebral manifestada en un hemisferio se puede traducir en un aumento del tono muscular, sensibilidad alterada, resistencia al movimiento pasivo, disminución del rango del movimiento y dificultad para controlar el agarre de forma voluntaria (Sakzewski, Ziviani y Boyd, 2010). Sin embargo, a pesar de las limitaciones y restricciones en el movimiento voluntario, el estudio de Hung et al. (2010), refleja como todos los niños con hemiplejía coordinan sus manos en algún grado y lo valora en términos de velocidad, complejidad de la tarea e inclusión de la mano parética.

Dada la existencia de **alteraciones somatosensoriales** en los niños con PC hemipléjica, se analizan las características principales y cómo éstas interfieren en el desempeño de actividades. El estudio realizado por Van Heest, House y Putnam (1993), evalúa en 40 niños con hemiplejía espástica la función sensitiva de ambos brazos. Los parámetros de medida son una prueba de estereognosis, discriminación de dos puntos y propiocepción. La prueba de estereognosis con 12 objetos, mide habilidad para reconocer objetos mediante el tacto y la manipulación sin apoyo de la visión. Con la prueba de discriminación de dos puntos se pretende conocer la localización corporal exacta diferenciando dos estímulos táctiles a ojos cerrados. La prueba propioceptiva consiste en

conocer la posición anatómica de un segmento corporal sin aferencias visuales. Los resultados concluyen que el 97% de niños con hemiparesia tienen déficit en las pruebas de estereognosia, el 90% muestran bajas puntuaciones en la prueba de discriminación de dos puntos y el 46% denotan problemas en las pruebas propioceptivas cuando se analizan los datos de los miembros hemiparéticos.

Otro trabajo, que analiza los déficits sensoriales en niños con PC hemipléjica, es un estudio comparativo entre 41 niños sanos y 9 niños con hemiparesia. Las edades de la muestra van desde los 4 hasta los 19 años. Los resultados tras la evaluación sensorial muestran que el 88% de los niños afectados, sufrían déficits sensoriales bilaterales tanto en la dimensión de estereognosia como en la propiocepción. Asimismo, el estudio indica que el grado de pérdida de sensibilidad en los niños con hemiparesia no concluye la gravedad del déficit motor (Cooper, Majnemer, Rosenblatt y Birnbaum, 1995).

### **Desempeño bimanual y capacidad unimanual.**

Tal y como se ha indicado anteriormente, los niños con hemiplejía, desarrollan altos niveles de autonomía cuando organizan las tareas alrededor de su lado sano (Fedrizzi et al., 2003). Se debe concretar este aspecto profundizando en los términos de capacidad unimanual y desempeño bimanual. Sakzewski et al. (2010) describe ambos términos en un estudio que confirma la estrecha relación existente entre capacidad manual y desempeño bimanual, sin determinar la direccionalidad de dicha relación. Tras esta conclusión se puede indicar que un aumento en la capacidad manual no implica directamente un aumento en el desempeño bimanual. Todavía se desconocen las relaciones de causalidad entre ambos términos. La muestra del estudio de Sakzewski et al., 2010 está compuesta por 70 niños con hemiplejía congénita en edades comprendidas entre los 5 y los 16 años. Una de las herramientas de medida empleada en el estudio es la escala Assisting Hand Assessment (AHA), la cual aporta información significativa sobre el desempeño bimanual, generando situaciones en las que el niño debe iniciar de forma espontánea el uso de ambas manos.

Por otra parte, y en estrecha relación con las características del desempeño bimanual, autores como Bleyenheuft y Thonnard (2010) elaboran un estudio comparativo en el que las variables de medición son la fuerza de la pinza y la fuerza tangencial a las superficies de agarre. Uno de los fines es determinar cuáles son las cualidades de la mano hemiparética en comparación

con la mano sana. Se valoran las respuestas en los movimientos anticipatorios, movimientos reactivos y corrección de movimientos a través de los mecanismos de feedback. Los movimientos anticipatorios se refieren a la capacidad para prever qué pinza es la más adecuada ante un objeto presentado, así como el mantenimiento del objeto en posición estática con la toma seleccionada. Los movimientos reactivos consisten en la reacción motriz ante una señal auditiva, en este caso pulsar un botón ante el estímulo sonoro. Por último, otra variable analizada en el trabajo es la corrección del movimiento a través de los mecanismos de feedback, que implican los reajustes necesarios en la toma seleccionada en función de las posibles situaciones cambiantes. Las conclusiones de estudio exponen que la mano parética tiene un déficit en el movimiento anticipatorio y reactivo, lo cual implica que la mano afecta no es capaz de adaptarse y anticiparse a las consecuencias de los cambios dinámicos. En contraste, el trabajo concluye que la mano no afecta conserva las capacidades anticipatorias y reactivas del movimiento.

Bumin y Kavak (2010) elaboran un estudio cuyos resultados contrastan con lo expuesto en el párrafo anterior. En su trabajo se relaciona la escritura y la competencia motora en niños diagnosticados con hemiplejía izquierda. De este estudio se concluye que existe una reducción en la organización visual motora y una disminución de la destreza motora incluso en la mano no hemiparética. Por lo que hallaron que la mano dominante de los niños con hemiplejía izquierda era significativamente menos competente que la mano derecha de los sujetos sanos con lateralidad diestra.

En resumen, se puede determinar que el desarrollo asimétrico a nivel cerebral genera problemas en la sincronización de las características motrices y somatosensoriales de ambos miembros superiores. Las consecuencias se manifiestan a nivel motor, alteraciones sensitivas, problemas en el planeamiento, dificultad en la anticipación y desajustes en la coordinación motriz de ambos miembros superiores. Estas características impactan el desarrollo de las actividades de la vida diaria, tanto básicas (asearse, alimentación y vestido) como instrumentales (cortar un tomate o subir agarrado a una barandilla las escaleras del colegio) (Lemmens, Janssen-Potten, Timmermans, Defesche, Smeets y Seelen, 2014). En concreto, estas dificultades se hacen evidentes en Primaria cuando el niño necesita de todas sus funciones cognitivas, perceptuales y motrices para el correcto desarrollo de la escritura.

La escritura requiere de una serie de condiciones cognitivas, cinestésicas (referentes al movimiento), así como de requisitos perceptivo-motores (Rosenblum, Weiss y Parush, 2003). A continuación, se describe la integración visomotora como un componente perceptivo-motor relevante en el proceso de escritura.

### **2.3. Integración visomotora**

El concepto de integración viso- motora se refiere a cómo los ojos y las manos trabajan de forma simultánea. Las pruebas seleccionadas para medir este tipo de integración, a menudo incluyen ítems para calcar o copiar diseños. Es muy habitual que los niños con problemas en la escritura realicen las pruebas de integración visomotora de manera errónea. Se debe analizar si los fallos están más relacionados con la percepción visual o con el componente motor, para poder determinar con precisión el problema (Mulligan, 2006).

En el desarrollo de las habilidades de la escritura influyen multitud de factores que se deben tener en cuenta, tales como el aspecto motor, sensorial, postural o perceptual. En concreto, la formación de las letras requiere de la integración del sistema visual, motor y sensorial (Weil y Amundson, 1994). Mesrahi y Sedighi (2013), manifiestan que el desarrollo temprano del sistema motor contribuye a preparar la base para el desarrollo perceptual. Indican que algunos especialistas en dificultades del aprendizaje, centran sus estudios en el desarrollo perceptual, los movimientos finos y la coordinación visomotora y cómo estos parámetros se deben integrar como si fuesen uno para el correcto desarrollo del aprendizaje.

La participación del sistema visual durante el proceso de escritura está relacionado con los movimientos oculomotores, lo cual implica una tarea perceptivo motriz muy compleja. Estas capacidades se practican hasta que el niño, en condiciones de desarrollo típico, es capaz de automatizar la habilidad (Rodero, 2012). Se debe relacionar esta información con la problemática asociada a la PC hemipléjica, en la que se han descrito dificultades a nivel motor (incluso de la musculatura ocular), perceptivo y sensorial, concluyendo que los niños con PC hemipléjica tienen una serie de dificultades añadidas para automatizar actividades relacionadas con la escritura.

Weil y Admundson (1994) afirman que hasta la fecha, no se han elaborado estudios que relacionen la integración visomotora con la capacidad de escritura en niños de 5 a 6 años, una edad en la que se espera que estén preparados para la escritura formal, sin embargo, sí se ha relacionado el concepto de integración visomotora y habilidades de escritura en niños de 7 a 11 años. La prueba en la que se relacionan ambos parámetros, es el test de Integración Visomotora (VMI), el cual es capaz de obtener resultados significativos en la predicción de la calidad de la escritura a mano, tal y como se describe en el estudio.

La base motriz promueve el desarrollo perceptivo, el cual forma parte de los prerrequisitos esenciales para la escritura, de aquí la importancia de los trabajos relacionados. A continuación, se

profundiza sobre los procesos de escritura en el desarrollo típico y cómo la clínica de la PC hemipléjica puede dificultar la adquisición y dominio de los procesos básicos de escritura.

## **2.4. Los procesos de escritura y el niño con hemiplejía**

La escritura es una forma de manifestación lingüística que requiere de cualidades cognitivas, perceptivo motoras y cinestésicas (Rosenblum et al., 2003). Concretamente el 90% de la información que recibe el niño para las tareas escolares es a través de la visión, se requiere además de disociación de los movimientos de la muñeca y dedos, así como precisión, fuerza y coordinación para realizar los movimientos específicos de la escritura (Rodero, 2012). La disociación de la muñeca y dedos se refiere a la capacidad para realizar el movimiento independiente, coordinado y voluntario de cada una de las estructuras por separado, es dependiente de la maduración cerebral y de la existencia o no de lesiones en la corteza motora. Rosenblum et al. (2003) indican en su estudio que del 10 al 34% de los niños tienen dificultades en la escritura en su edad escolar.

A continuación se exponen las diferentes etapas en el desarrollo de la escritura, las cuales se irán relacionando con las características descritas de los niños con parálisis cerebral unilateral.

En los primeros estadios del aprendizaje grafo-motor, se encuentra el reconocimiento y la escritura de palabras. Todo comienza por el alfabeto, el cual debe ser mostrado para que el niño pueda asociar formas gráficas a los sonidos emitidos de manera verbal. Así se comienza a establecer la correspondencia entre el grafema y el fonema (Piacente y Tittarelli, 2008).

Cuando el niño, en condiciones normales, tiene un nivel de escritura automática con cierto grado de rapidez y precisión, el acto motor pasa a un segundo plano. Este hecho permite que el niño pueda atender a actividades que impliquen un nivel más alto, tanto en la comprensión como en la producción de conocimiento, tal y como exponen Piacente y Tittarelli (2008). Asimismo, cuando la composición de texto se realiza con mayor número de palabras, se requieren unos procesos cognitivos más complejos que consisten en la planificación de la escritura y en la revisión, con el fin de que el resultado final refleje el objetivo comunicativo. Anteriormente se ha mencionado que los niños con hemiplejía podían desarrollar problemas en la automatización y planificación de la escritura, lo cual puede dificultar tareas cognitivas más complejas (comprensión del texto escrito) o el desarrollo de la estructura de un texto (planificando la introducción, el cuerpo y el desenlace).

Beckung y Hagberg (2002) exponen que el 40% de niños con PC tiene dificultades en el aprendizaje, lo cual supone una restricción en la participación a nivel del área de educación. Bumin y Kavak (2010) estudian las dificultades de escritura en los niños con hemiplejía y exponen que la escritura en estos niños muchas veces supone un gasto energético importante para cumplir los criterios de legibilidad. Habitualmente requieren más tiempo que sus compañeros para poder finalizar las tareas, lo que conlleva cumplir con los criterios establecidos por el profesor, usando el menor número de palabras posibles para completar la tarea. Las dificultades aumentan si se le exige al niño actividades como un dictado o escribir una historia.

Tal y como describe Orza, Lazcano y Álvarez (2002), para el acto de la escritura se postulan dos rutas diferenciadas.

- **La ruta directa o léxica**, en la que el cerebro tiene registradas un número variable de palabras conocidas con las que ha trabajado previamente y reconoce el léxico ortográfico.
- **La ruta subléxica o fonológica**, en la que el cerebro transcribe los sonidos (fonemas) a grafemas, teniendo en cuenta las reglas propias del lenguaje con el que se trabaja.

En la Figura 3, se muestran los pasos para la elaboración de la palabra escrita dando forma a los procesos que están implicados en las pruebas de dictado y denominación escrita de objetos visuales (Orza et al., 2002). Cuando la tarea se refiere al dictado, se comienza por la palabra hablada, el niño debe utilizar su sistema sensorial auditivo para analizar el mensaje y la palabra tanto a nivel semántico como ortográfico, realizando la adecuada correspondencia entre el fonema y el grafema. Toda esta información se debe compulsar con su almacén grafémico para poder planificar el acto motor (sistema periférico) con el fin de elaborar la palabra escrita. En el caso de la denominación escrita de objetos visuales, el primer paso será el reconocimiento de la figuras para poder asociarlo con la dimensión semántica, teniendo en cuenta el aspecto ortográfico. De nuevo el niño podrá relacionar esta información con su almacén grafémico y planificando el proceso, a través de los sistemas periféricos (sistema motor), se ejecutará la palabra escrita.

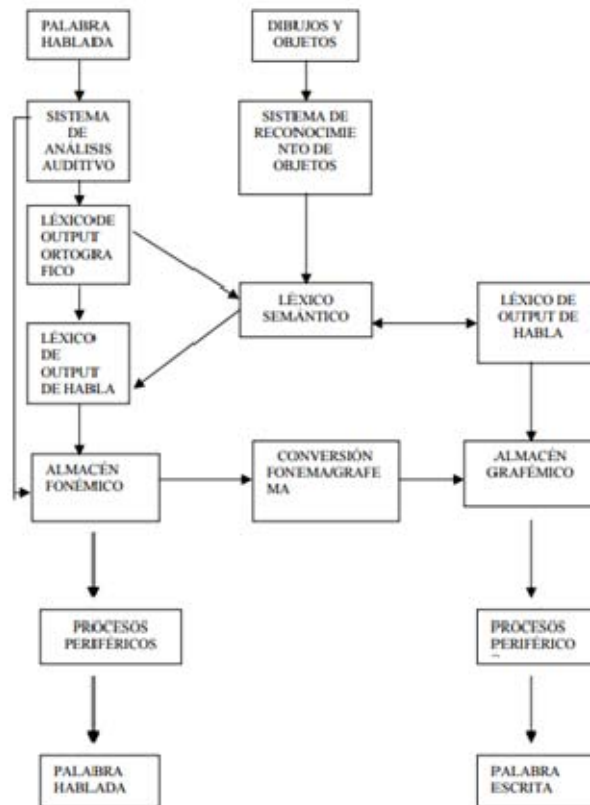


Figura 3. Modelo de producción de palabras escritas. (Orza et al., 2002)

Tanto el trabajo de Feder y Majnemer (2007) y el de Bumin y Kavak (2010) nombran a Exner (1989) como el autor que postula los tres aspectos del control motor fino que afectan al acto de la escritura. Estos aspectos son los movimientos disociados, la clasificación de los movimientos y la sincronización de los mismos. Los tres ítems, tal y como se muestra, están implícitos en el acto de la escritura y forman parte de las características del desempeño bimanual, por lo que la vinculación entre los dos conceptos estudiados está presente desde los trabajos de Exner (1989).

En el trabajo presentado por Bumin y Kavak (2010), se refleja la relación existente entre la escritura y la competencia motora en niños con PC hemipléjica izquierda con edades comprendidas entre los 8 y 12 años. Las conclusiones del estudio desvelan que existe una relación significativa entre el parámetro de legibilidad de la escritura con la coordinación bilateral, coordinación visomotora y velocidad de respuesta. De esta manera queda enmarcado el presente trabajo, teniendo en cuenta las aportaciones ya realizadas por otros autores en las diferentes variables del estudio.

En resumen, se puede indicar que existen estudios que valoran las variables de desempeño bimanual respecto a la capacidad unimanual. También se ha realizado el análisis de aquellos estudios que relacionan la integración visomotora con el desarrollo de las destrezas de escritura (la muestra tan solo abarca edades entre los 7 y los 11 años, no existiendo estudios con edades de 5 a 6 años). Incluso se ha descrito aquellos estudios más cercanos al presente, que analizan la relación entre, la escritura, el aspecto visomotor y la competencia motora corporal en casos de PC hemipléjica izquierda. Sin embargo, el presente trabajo ofrece el análisis de los datos de desempeño bimanual, integración visomotora y escritura en niños con hemiplejía (afectación derecha e izquierda) que cursan los diferentes niveles de Primaria. A continuación, se explica la estructura y metodología llevada a cabo para el presente estudio.

### **3. Marco Metodológico (materiales y métodos)**

De acuerdo con la exposición del marco teórico, se ha examinado cómo los niños con PC hemipléjica pueden desarrollar dificultades en el control de las destrezas bimanuales, así como en el déficit específico del aprendizaje objeto del estudio (escritura). También se ha indagado en el aspecto visomotor implicado en el acto de la escritura, observando que hay una relación implícita entre el desarrollo motor como base del desarrollo perceptivo.

La información concluida tras la justificación y el marco teórico consiste en que no existen estudios que relacionen de manera específica el desempeño bimanual con la escritura, así como estudios que relacionen la integración visomotora con la escritura en niños de Primaria. En definitiva, el objeto del presente trabajo es analizar las variables de estudio en niños con PC hemipléjica y comprobar si existe una relación entre ellas.

El presente estudio, se elabora siguiendo una metodología no experimental, cuantitativa y correlacional la cual pretende analizar si existe relación entre el desempeño bimanual, la escritura y los aspectos de integración visomotora.

#### **3.1. Hipótesis de investigación**

El objetivo general del presente trabajo es determinar la relación entre los resultados del desempeño en las actividades bimanuales y el nivel de integración viso-motora y de escritura en niños con parálisis cerebral hemipléjica con edades comprendidas entre los 6 y 12 años. Dicho objetivo se divide en tres objetivos específicos, cada uno de ellos está asociado a la hipótesis de investigación correspondiente. Estas hipótesis se comprobarán en el apartado de resultados, dando coherencia y estructura al proceso de análisis.

Los objetivos específicos y su hipótesis correspondiente se exponen a continuación.

**OBJETIVO 1.** Analizar la competencia bimanual mediante actividades que requieren el uso simultáneo y coordinado de ambas manos, estudiando la relación con el resultado de las pruebas de integración visomotora aplicadas a niños de Primaria.

- La hipótesis correspondiente implica que cuanto mayor es el desempeño bimanual, mejores serán los resultados en las pruebas de integración visomotora, mostrándose una relación positiva entre ambas variables.

OBJETIVO 2. Estudiar la relación entre desempeño bimanual y la pruebas de escritura aplicadas a los niños de Primaria (aplicación de dos pruebas en función de la edad).

- Para este objetivo, la hipótesis que se establece es que existe una relación positiva entre las pruebas de desempeño bimanual y las pruebas de escritura, siendo los niños que mejor competencia demuestran en las tareas bimanuales, los que mejores resultados obtienen en las pruebas de escritura.

OBJETIVO 3. Estudiar la relación existente entre la evaluación el proceso de integración visomotora en la muestra seleccionada y las pruebas de escritura (2 pruebas) aplicadas.

- La hipótesis asociada a este objetivo es que los niños con mejores puntuaciones en la prueba de integración visomotora, obtendrán mejores resultados en las pruebas de escritura.

La hipótesis general a demostrar es la siguiente: *existe una correlación significativa entre competencia o desempeño bimanual, integración visomotora y la habilidad para la escritura, siendo los niños que mayor puntuación obtienen en la competencia bimanual, los que mejores resultados obtienen en las pruebas de integración visomotora y escritura.*

### **3.2. Diseño**

Se presenta un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental, de tipo correlacional, en el que se describen y relacionan las variables de estudio, sin manipulación de ninguna de ellas ni aplicación de un programa específico para el análisis posterior de los resultados. Tal y como se indica en el presente trabajo el objetivo es establecer y analizar la relación existente entre las variables descritas. En este caso las variables de estudio no se consideran dependientes o independientes ya que no se pretende generar relación de causalidad entre ellas. Para establecer el tipo de relación entre las variables de estudio se realiza una sola medición a los sujetos seleccionados.

En el análisis realizado, se lleva a cabo la comprobación de las variables bajo los criterios de linealidad, normalidad y outliers. Para el análisis de los criterios de normalidad se ha utilizado la prueba Kolmogorov-Smirnov ( $n > 30$  sujetos). Tras este paso inicial, se realiza la correlación de Pearson con las variables de desempeño bimanual, integración visomotora y escritura.

### **3.3. Población y muestra**

El estudio incluye a niños con diagnóstico de PC hemipléjica con edades comprendidas entre los 6 y 12 años. La muestra se toma de 8 colegios públicos con modalidad preferentemente motórica de la ciudad de Zaragoza. Los colegios con esta modalidad forman parte del sistema público educativo, ya que tienen la obligación de prestar asistencia de fisioterapia de forma integrada a la dinámica curricular del centro.

Las edades de la muestra implican la escolarización desde el primer al sexto curso de Primaria. La muestra de estudio podrá tener o no adaptación curricular no significativa.

Para la selección de la muestra se utilizan los siguientes criterios de exclusión.

- Patología sensorial auditiva sin corrección.
- Retraso curricular superior a un curso escolar.
- Retrasos graves del lenguaje.
- Diagnóstico de TDAH y/o autismo asociado.

De esta manera se pretende obtener una muestra lo más homogénea posible, en la que prime el factor motor, las dificultades curriculares relacionadas con la escritura y el aspecto visomotor.

La muestra definitiva que se utilizó fue de 35 sujetos; 23 niñas (65,7%) y 12 niños (34,3%), escolarizados en Primaria en colegios públicos con modalidad preferentemente motórica de la ciudad de Zaragoza. Los cursos escolares a los que pertenecían eran;

- 1º de Educación Primaria (14 niños). La edad media del grupo es 6,66 años (79,35 meses).
- 2º de Educación Primaria (12 niños). Tres de los niños estaban repitiendo el curso. La edad media del grupo es 8,30 años (99,66 meses).
- 3º de Educación Primaria (4 niños). La edad media del grupo es 9,24 años (110,99 meses).
- 4º de Educación Primaria (4 niños). Solo uno de ellos había repetido el presente curso. La edad media del grupo es 10,43 años (125,16 meses).
- 5º de Educación Primaria (1 niño). Siendo la edad del sujeto de 11,03 años (132,47 meses).

Las edades de la muestra seleccionada oscilaron entre los 6,46 años (77,60 meses) y los 11,40 años (136,9 meses), obteniéndose una media de 8,07 años (96,92 meses) y una desviación típica de 1,44 (17,34 para la variable calculada en meses).

### **3.4. Variables medidas e instrumentos aplicados**

#### **3.4.1. Variables.**

De acuerdo con la definición del problema y la hipótesis planteada, la investigación que se presenta cuenta con 3 variables de estudio: desempeño bimanual, integración visomotora y escritura.

Al ser un estudio que utiliza una metodología no experimental, cuantitativa y correlacional de tipo relacional, no se diferenciarán entre variable independiente y dependiente, ya que no se manipula ninguna de las variables para descubrir el efecto que provoca. Lo que se pretende conocer es la direccionalidad de la relación entre las diferentes variables. Es decir, si los resultados de una variable son positivos, los del resto de variables serán positivos, sin pretender generar relaciones de causalidad entre las variables de estudio.

A continuación se establece la definición de las variables y los instrumentos de medida empleados.

#### Variables cuantitativas

- La variable **desempeño bimanual** informa de la efectividad con la que el niño con PC hemipléjica utiliza su brazo afecto en las tareas bimanuales expuestas en función de los parámetros de valoración.
- La variable **integración visomotora** consiste en valorar la actividad simultánea entre los ojos y la mano dominante a través de la copia de figuras. Los valores obtenidos categorizarán a los sujetos en el percentil correspondiente, identificando la eficacia visomotora en cada sujeto.
- La variable **escritura** mide la capacidad para el acto grafomotor en la dimensión del dictado, copia y redacción. Dado el amplio rango de edad, la variable de escritura no puede ser medida con una sola prueba que abarque todas las edades, por lo que se administran dos pruebas que miden el nivel de escritura en función de la edad del sujeto. El test de lectoescritura (TALE) se aplica a niños menores de 100 meses (8,33 años), mientras que la batería de evaluación de los procesos de escritura (PROESC) se aplica a los niños mayores de la edad de 100 meses (8,33 años). Para el análisis de

los datos de escritura se procede a la tipificación de los resultados de ambas pruebas empleadas con el fin de trabajar con valores absolutos.

### **3.4.2. Instrumentos aplicados.**

- a) La escala Assisting Hand Assessment (AHA) creada por Krumlinde-Sundholm y Eliasson (2003).
- b) Test de Integración Visomotora (VMI) de Beery et al. (1997).
- c) Test de análisis de lectoescritura (TALE) de Toro y Cervera (2014). Aplicación hasta los 100 meses de edad (menores de 8,33 años).
- d) Batería de evaluación de los procesos de escritura (PROESC) de Cuetos et al. (2002). Aplicación a partir de los 100 meses de edad (mayores de 8, 33 años).

#### **a) Escala Assisting Hand Assessment (AHA)**

La escala AHA versión 4.4 se emplea para la medición del desempeño bimanual en tareas preestablecidas. La aplicación de esta prueba es individual no superando los 30 minutos de aplicación.

La escala AHA cuantifica la efectividad con la que el niño usa su brazo afecto (assisting) en una actividad bimanual. Esta escala tiene una buena validez y fiabilidad (Brandão et al., 2013). Se emplea la modalidad del AHA que incluye a los niños escolares de 5 a 12 años. La prueba consta de 22 ítems que puntúan del 1 al 4, midiendo desde el parámetro “no lo realiza” (1 punto) hasta la valoración de “efectivo” 4 puntos. La puntuación máxima del test será de 88 puntos, siendo la puntuación mínima de 22 puntos.

A continuación, se muestran la Tabla 1 los 22 ítems que se deben valorar a través de la aplicación de las pruebas bimanuales.

Tabla 1. *Listado de ítems a valorar en la escala AHA.* (Krumlinde- Sundholm y Eliasson, 2003)

1. Acercamiento del objeto.	2. Inicio de uso	3. Elección de la mano asistente
4. Estabilización con peso o soporte	5. Alcances	6. Movimiento proximal del brazo
7. Movimiento del antebrazo	8. Prensión	9. Sostén
10. Estabilización mediante la pinza	11. Reajuste de la pinza	12. Variedad del tipo de prensión
13. Liberación del objeto	14. Colocación	15. Movimiento de los dedos
16. Calibración	17. Manipulación	18. Coordinación manos/brazos
19. Orientación de los objetos	20. Procedimientos	21. Cambios de estrategia
22. Flujo de ejecución de la actividad bimanual.		

El protocolo para la realización de la prueba supone un entorno controlado y una serie de materiales determinados.

- Materiales utilizados en la prueba para llevar a cabo las tareas bimanuales.

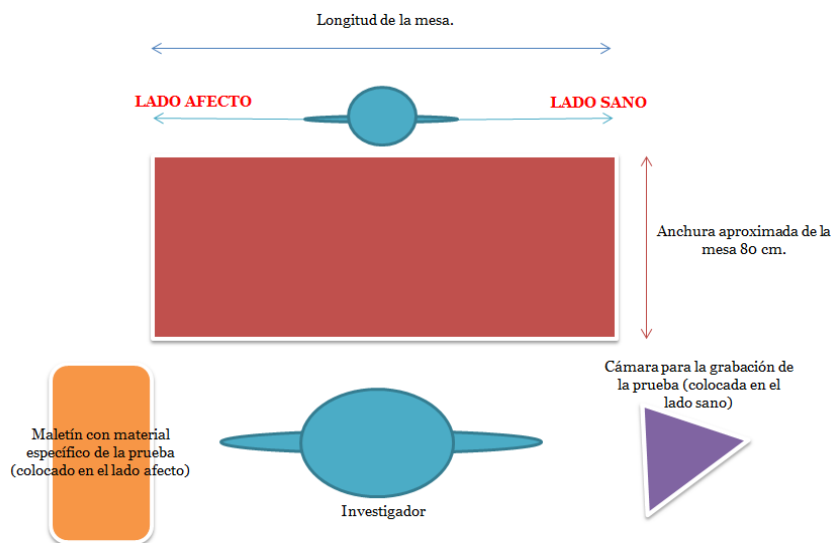
Se debe especificar que la base de aplicación de estos materiales es que cada uno de ellos supone el uso de ambas manos para poder ser manejados. Los materiales empleados en la prueba se enumeran a continuación; caja de música con manivela, botella de plástico con base irregular y canicas dentro de ella, corona o sombrero de pirata, brazalete elástico y rígido, juego de construcción (p. ej., tren con diferentes vagones), coche pequeño dentro de un cilindro no rígido, platillos de metal, títere, olla con tapa, bolsa de tela con cuerdas a ambos lados y pelotas de goma dentro de ella, muñeco con cuerda para estirar y estuche con rotuladores, bolígrafos y tijera dentro.



*Figura 4.* Material utilizado en el presente estudio para aplicar la Escala AHA.

- Entorno controlado de la prueba.

Esta prueba debe ser grabada, por lo que se les pide a las familias que lean y firmen el consentimiento informado elaborado para tal efecto. Los materiales que deben estar en la sala tal y como se muestra en la Figura 5 son; mesa con una longitud aproximada a la longitud de ambos brazos del niño cuando estos están extendidos a lo largo de la mesa y con una anchura aproximada de 80 cm. Se necesitará una cámara de vídeo con un trípode que se colocará en el ángulo contrario del hemicuerpo parético. El maletín con los diferentes materiales empleados en la prueba deberá estar en el mismo lado del hemicuerpo parético. El investigador se colocará en frente del niño.

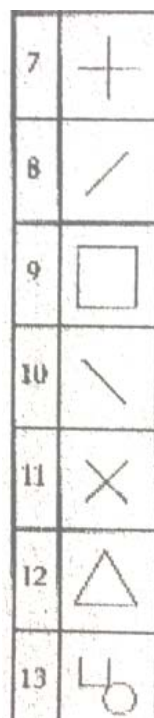


*Figura 5.* Distribución del entorno para la aplicación de la Escala AHA.

### **b) Test de Integración Visomotora (VMI)**

El VMI mide la capacidad con la que el niño trabaja de forma coordinada con sus ojos y su mano dominante, descifrando y decodificando diferentes figuras para captar su aspecto dimensional y poder reproducirlas, a través de la copia, con el modelo siempre presente.

El test consta de 27 figuras en total que el niño debe copiar sin tiempo límite (el tiempo estimado de la prueba es de 10 a 15 minutos). La prueba finaliza cuando el niño comete su tercer fallo o cuando finaliza los 27 ítems. Este test está diseñado para niños desde los 3 a los 18 años. La aplicación de la prueba puede ser grupal o individual. En la Figura 6 se representan alguna de las figuras que componen el test.



*Figura 6.* Imagen del Test VMI con figuras valoradas.

A continuación (Tabla 2) se enumera cada una de las formas que el niño tiene que copiar. En caso de cumplir los requisitos de la forma se puntuará con 1 punto, en el caso contrario con 0 puntos. La puntuación máxima será de 27 puntos, siendo la mínima de 0 puntos.

Tabla 2. *Ítems a valorar en el test VMI.* (Beery et al., 1997)

1. Línea vertical (modelo)	2. Línea horizontal (modelo)	3. Círculo (modelo)
4. Línea vertical	5. Línea horizontal	6. Círculo
7. Cruz (trazo horizontal y vertical)	8. Línea oblicua derecha	9. Cuadrado
10. Línea oblicua izquierda	11. Cruz oblicua	12. Triángulo
13. Cuadrado abierto y círculo	14. Cruz de tres líneas	15. Flechas direccionales.
16. Anillos en dos dimensiones	17. Triángulo compuesto por 6 círculos.	18. Círculo y cuadrado inclinado.
19. Diamante vertical	20. Triángulos inclinados	21. Círculo de 8 puntos
22. Hexágonos de Wertheimer	23. Diamante horizontal	24. Anillos en tres dimensiones.
25. Cubo de Necker	26. Caja cónica	27. Estrella en tres dimensiones.

Para el desarrollo correcto, los niños deben estar sentados en una posición adecuada y disponer tanto del folleto de la prueba VMI como de un lápiz nº 2. Si la administración es individual se dan las siguientes instrucciones; se le explica al niño que tendrá que fijarse en las figuras que aparecen en el recuadro superior y copiarlas en el recuadro inmediatamente inferior. Se realizan 3 modelos para asegurarnos de que el niño ha entendido las instrucciones.

Una vez iniciada la prueba, no se permite utilizar la goma de borrar y el test podrá parar una vez que el niño haya cometido 3 fallos consecutivos.

### **c) Test de análisis de lectoescritura (TALE)**

El test TALE es un prueba de lecto escritura con aplicación individual para niños de 6 a 10 años. El tiempo de aplicación no supera los 40 minutos y el material empleado consiste en una hoja de registro, cronómetro, lapicero del nº 2 y cuadernillo de resultados.

En el presente trabajo se mide la dimensión de la escritura que consta de tres subpruebas;

- o Copia: la prueba consiste en copiar con la propia letra del niño las palabras reflejadas en la hoja de registro. Estas palabras se muestran con letra cursiva,

impresión y mayúsculas. El número total de palabras a copiar será de 30, además el niño deberá copiar 3 frases expuestas (una de ellas con letra en cursiva y dos de ellas con letra impresión). Una vez finalizada la subprueba se registra el tiempo total empleado.

- **Dictado:** dentro del material del test, el examinador dispone de diferentes hojas de dictado en función del curso académico en el que está el niño. El examinador deberá leer las frases completas, de manera adecuada. Si el niño lo requiere, se le repetirá la frase una segunda vez. De nuevo se contabiliza el tiempo transcurrido en el desarrollo de esta subprueba.
- **Escritura espontánea:** el niño deberá realizar una redacción sobre un tema de su interés (no se aceptan temas relacionados con la familia o el colegio). Si el niño no opta por ningún tema en concreto, se puede proponer que haga una redacción sobre un día de excursión o sobre un viaje reciente. Tras la prueba se apunta el tiempo empleado en la realización.

Las normas de valoración de esta prueba están relacionadas con las características de la escritura reflejadas en cada una de las subpruebas. A continuación, se enumeran los parámetros de la escritura que se valoran.

- **Grafismo.** Las características del grafismo se observan en la subprueba de escritura espontánea, ya que las subpruebas de copia y dictado, predeterminan ciertas cualidades del grafismo. Se miden los aspectos referentes al tamaño de las letras, irregularidad, oscilación, líneas anómalas, interlineación, igualdad de las zonas, superposición, soldadura, curvas y trazos verticales.
- **Ortografía natural.** Los errores en la ortografía natural se observan en la subprueba de copia y de dictado. Aunque en la subprueba de copia son fácilmente evitables, no en la de dictado, ya que es necesaria la correcta correspondencia entre grafema y fonema. Los errores contabilizados son los siguientes; sustituciones, rotaciones, omisiones, adiciones, inversiones, uniones y fragmentaciones.
- **Ortografía arbitraria.** Es similar al caso anterior, ya que los errores se observan en la subprueba de dictado y de copia, con mayor hincapié en la de dictado. Se refiere a la detección de errores en los aspectos de; acentuación, puntuación y cambios consonánticos (por desconocimiento de las reglas ortográficas el niño puede confundir

el grafema “b” por el grafema “v”, sin embargo la correspondencia entre el grafema y fonema es acertada).

- **Velocidad.** De aquí la importancia de la medición del tiempo en el desarrollo de cada una de las subpruebas.
- **Sintaxis.** Los errores sintácticos solo pueden ser detectados en la subprueba de escritura espontánea. Tenemos en cuenta el número total de errores en función de la extensión de la redacción libre realizada por el niño. Los errores sintácticos considerados son; número (singular o plural), género (masculino o femenino), omisión de palabras, adición de palabras, sustitución de palabras, tiempo verbal, orden en la estructura y estilo “telegráfico” (valora si las oraciones guardan relación y nexo entre ellas o no).
- **Contenido expresivo.** Este parámetro se mide en la subprueba de la escritura espontánea. Consiste en contar el número total de oraciones, calificativos, adverbios y conectores de causa- consecuencia (“para”, “a causa de”, “sin embargo”...) que se han utilizado a lo largo de la subprueba.

En este estudio se aplica la prueba de escritura TALE a aquellos niños menores de 100 meses de edad. Mediante procedimiento estadístico se procede a tipificar los datos de ambas pruebas de escritura para que los valores obtenidos se puedan relacionar con el resto de variables expuestas.

#### **d) Batería de evaluación de los procesos de escritura, PROESC**

La batería consta de seis pruebas cuyo fin es evaluar ocho aspectos diferentes de la escritura. Las pruebas de la batería completa se enumeran a continuación; dictado de sílabas, dictado de palabras (con ortografía arbitraria, LISTA A y con ortografía reglada, LISTA B), dictado de pseudopalabras, dictado de frases, escritura de un cuento y escritura de una redacción.

En el presente estudio se maneja la forma abreviada de la batería, ya que se ajustan a las características del estudio, cuyas pruebas se describen a continuación.

- o Dictado de palabras de ortografía arbitraria (Lista A), la cual se compone de 25 palabras que no siguen las reglas ortográficas que se evalúan en la lista B del dictado

de palabras o en los 15 últimos ítems del dictado de pseudopalabras. El examinador podrá repetir la palabra dos o tres veces y el niño la deberá reproducir en el apartado correspondiente del listado de respuestas (hoja de respuestas A). Cada palabra bien redactada puntuará con 1 punto, en caso contrario puntuará con 0 puntos.

- Dictado de pseudopalabras: está compuesto por un listado de 25 palabras inventadas. Las 15 últimas pseudopalabras están sujetas a las 7 reglas ortográficas que se describen en la Tabla 3;

Tabla 3. *Reglas ortográficas valoradas en la subprueba "Dictado de pseudopalabras".* (Cuetos et al., 2002)

1. "m" antes de "p" y "b"
2. "r" después de "n", "l" y "s"
3. "h" en las palabras que empiezan por "hue".
4. "b" en palabras que comienzan por "bus" y "bur"
5. "y" al final de palabra cuando no lleva acento
6. "b" en los verbos acabados en "aba"
7. "ll" en palabras terminadas en "illo"

Las pseudopalabras bien escritas puntúan con 1 punto, diferenciando en la tabla de resultados las palabras que no se rigen por reglas ortográficas (1- 10), de las que sí se rigen por las reglas ortográficas (11- 25).

Tanto en el dictado de palabras con ortografía arbitraria como en el dictado de pseudopalabras no se tienen en cuenta las mayúsculas.

El examinador pronunciará en voz alta cada una de las 25 pseudopalabras, dejando un tiempo para que el niño la pueda reproducir cada una de ellas a nivel gráfico. Solo se podrá repetir cada una de las pseudopalabras 2 veces o 3 si el niño lo requiere.

- Dictado de frases: compuesto por un texto con 6 frases, que incluye 2 oraciones interrogativas y una exclamativa, donde aparecen nombres propios y palabras acentuadas. Para la puntuación correspondiente, se tienen en cuenta tres aspectos;
  - **Acentos**: a lo largo del texto, se pueden acentuar 15 palabras, cada palabra bien acentuada, se valora con 1 punto, obteniendo un total de 15 puntos.
  - **Mayúsculas**: Se detecta el número de mayúsculas que el niño escribe correctamente. Solo se tendrán en cuenta el uso de las mayúsculas en nombres propios y después de un punto, ya que estas competencias son las requeridas para la edad que comprende el test. La puntuación máxima que se puede obtener es de 10 puntos.
  - **Puntuación**: este apartado incluye el uso de comas y puntos, exclamaciones e interrogaciones y el uso de los dos puntos. Para puntuar la prueba, tanto las comas, punto, exclamaciones (!) e interrogación (?), bien utilizadas a lo largo del dictado de frases puntúan 1 punto cada una. Sin embargo se contabiliza como un acierto si el niño puntúa 1 de las 2 veces o 2 de las 2 veces los dos puntos (:). En caso de que no escriba en ningún momento los dos puntos, se puntúa como 0. El total de este apartado supone un total de 8 puntos.

Los niños disponen de dos hojas del test. Para realizar la prueba de dictado de palabras de ortografía arbitraria, dictado de pseudopalabras y dictado de frases, se usará la hoja de respuestas A, mientras que para la escritura de una redacción, se empleará la hoja de respuestas B.

- Escritura de una redacción; En esta prueba el examinador debe indicar al niño que escriba una redacción relacionada con su animal favorito, delimitando la extensión del texto a una carilla. Para la corrección se miden los siguientes parámetros;
  - **Contenido**; se tiene en cuenta si a lo largo de la redacción existen las categorías de definición, descripción física, descripción no física y categorización, así como el tamaño total del texto. Cada uno de los 5 aspectos mencionados valen 1 punto.
  - **Presentación**; Se tienen en cuenta cinco aspectos tales como la organización, la continuidad y coherencia temática, uso de vocabulario técnico, uso de

expresiones que vinculan temas antiguos con temas nuevos y uso de oraciones complejas. De nuevo cada aspecto puntúa con 1 punto.

El total en la prueba de redacción supone 10 puntos (5 puntos de cada uno de los aspectos).

La puntuación total que se puede obtener en la versión abreviada del PROESC es de 93 puntos. La prueba está diseñada para que su aplicación pueda ser tanto individual como colectiva a niños con edades comprendidas entre los 8 y los 12 años. En el presente estudio la muestra analizada comprende las edades desde los 6 años (72 meses) a los 12 años (144 meses). Esta prueba se ha empleado con aquellos niños que superaban los 100 meses de edad (8,33 años).

### **3.5. Procedimiento**

Para la composición de la muestra del estudio se elabora un documento informativo para familias y un documento explicativo para los profesionales (fisioterapeutas, docentes y terapeutas ocupacionales). Se pide colaboración al Colegio Profesional de Fisioterapeutas de Aragón (ICOFA) y al Colegio Profesional de Terapeutas Ocupacionales de Aragón (COPTOA), los cuales difunden la información elaborada a todos los colegiados de la comunidad de Aragón. Estos profesionales han sido los que han detectado los posibles niños que cumplían los criterios de inclusión para el estudio. Las familias han sido informadas por el terapeuta de referencia y se han puesto en contacto para colaborar de forma voluntaria en el presente trabajo.

Una vez seleccionada la muestra, se cita a cada una de las familias al lugar habilitado para la evaluación de cada uno de los sujetos. En este caso se utilizó la sala de logopedia de la Asociación para la Investigación en Discapacidad Motriz (AIDIMO), situada en Zaragoza. La dinámica de cada una de las sesiones seguía siempre el mismo orden.

1º) Explicación del proyecto al padre/madre o tutor del menor. Se procedía a completar la entrevista inicial (véase el apartado de anexos) con los datos diagnósticos del niño (motor, visual y auditivo), así como el colegio al que asiste, curso académico y adaptación curricular si procede. Se le entrega a la familia el consentimiento informado. Se deben completar dos copias del mismo, siendo un ejemplar para el terapeuta y otro para la familia. El familiar salía de la sala para proceder a la evaluación del niño.

2º) Aplicación de las pruebas de escritura, sin necesidad de ser grabados. La prueba de escritura tenía una duración aproximada de 40 minutos, siendo más costoso realizar las subpruebas del PROESC que las del Test TALE.

3ª) En el siguiente paso se administró la prueba de integración visomotora (VMI). El tiempo requerido para la elaboración de esta prueba no superó los 15 minutos.

4º) Por último se administró la escala AHA. Esta prueba se registró a través de grabación. El tiempo de aplicación de esta prueba no superó los 30 minutos.

### **3.6. Plan de análisis de datos**

En lo referente al análisis de datos, al utilizar un enfoque cuantitativo en un estudio no experimental de tipo correlacional, se emplea para el análisis de la información el *coeficiente de correlación de Pearson* para establecer la relación existente entre las variables analizadas. Las variables sometidas a análisis estadístico descriptivo han sido las siguientes;

- a) Variable AHA, se refiere a la escala Assisting Hand Assessment para la medición del desempeño bimanual.
- b) La variable VMI, se refiere al test de integración visomotora.
- c) La variable TALE, representa al test de análisis de lectoescritura para la medición de la escritura en los niños con edad inferior a 100 meses (menos de 8,33 años).
- d) La variable PROESC, se refiere a la evaluación de los procesos de escritura, para la medición en niños mayores de 100 meses (mayores de 8,33 años).
- e) Tipificación de la variable PROESC y la variable TALE, con el fin de realizar el análisis con los valores absolutos. A esta variable se le denomina “ESC\_TIP”.

Inicialmente se recogen todos los datos relativos a la edad, tipo de afectación, desempeño bimanual, integración viso motora y escritura en formato Excel para la realización del análisis paramétrico de los datos. Para realizar el análisis estadístico y la elaboración de las tablas se ha utilizado el programa informático de SPSS Statistics © versión 21.

## 4. Resultados

### 4.1. Análisis descriptivos y análisis de la normalidad de las variables

En la Tabla 4 se muestran los datos relativos a las características de la muestra. En el presente trabajo solo se tendrán en cuenta los datos referentes a la edad y sexo. Tal y como se ha comentado, implica una población de 35 sujetos; 23 niñas (65,7%) y 12 niños (34,3%), de Primaria con edades comprendidas entre los 6,46 años (77,60 meses) y los 11,40 años (136,9 meses), obteniéndose una media de 8,07 años (96,92 meses) y una desviación típica de 17,34.

Tabla 4. *Datos descriptivos de la muestra.*

Edad	Media	96,9274	
	D.T.	17,34197	
	Mínimo	77,60	
	Máximo	136,90	
		Frecuencia	Porcentaje
Sexo	Mujer	23	65,7
	Hombre	12	34,3
	Total	35	100,0

D.T.: Desviación típica

La siguiente información aportada requiere de una explicación previa. En el apartado, variables de estudio, se ha expuesto la aplicación de las pruebas de escritura en función de la edad del participante. El test TALE ha sido aplicado a 21 niños (60% de la muestra total) con una edad inferior a 100 meses (8,33 años). Esta prueba mide la cantidad de errores cometidos en función de los diferentes parámetros evaluados. Mientras, la prueba PROESC se ha aplicado a 14 niños (40% de la muestra total) con una edad superior a los 100 meses (8,33 años). Esta prueba mide el número de aciertos totales. Esto implica la necesidad de tipificar los resultados de las pruebas de escritura (TALE y PROESC), teniendo en cuenta que la variable TALE debe sufrir el tratamiento de los datos para que los resultados aportados no se muestren en relación inversa al PROESC, de tal manera se realiza la conversión de los datos negativos a positivos y los positivos a negativos. Para

ello, tras tipificar ambas variables se multiplican por -1 los valores de TALE. El resultado es el tratamiento de los datos de ambas pruebas obteniendo valores tipificados en el mismo sentido.

A continuación se muestra en la Tabla 5 los datos descriptivos de cada una de las variables evaluadas. Se observa como los participantes obtienen una media de 61,57 puntos sobre la puntuación total de la escala AHA (88 puntos) y una desviación típica de 14,57. En la prueba de integración visomotora (VMI), se obtiene una media de 16,26 siendo la puntuación máxima de 27 puntos. Se concluye también una menor variabilidad de datos en la variable VMI, siendo la desviación típica de 3,14.

Se observa que la mayor variabilidad de los datos se presenta en la prueba de escritura PROESC, mostrando una desviación típica de 16,37 en contraste con la desviación típica obtenida en la prueba de escritura TALE (5,53). La media de la variable PROESC, es de 68,57 sobre los 93 puntos totales que se obtienen en la prueba, siendo una media alta con respecto a la puntuación total. En la variable TALE, la media obtenida es de 30,48, teniendo en cuenta que la puntuación más alta registrada es de 21 (menor número de errores) y la puntuación más baja registrada es de 40 (mayor número de errores cometidos en la prueba), se puede indicar que la media representa un número elevado de errores en la ejecución de la prueba.

Tal y como se ha explicado, los valores de las escalas de escritura (TALE y PROESC) se tipifican en valores que siguen la misma direccionalidad y se representan con la nomenclatura “ESC\_TIP (inversa para TALE)”. En el análisis descriptivo de estos valores, se muestra una variabilidad de datos muy pequeña, con una desviación típica de 0,985.

Tabla 5. *Datos descriptivos las variables de estudio.*

	AHA	VMI	TALE	PROESC	ESC_TIP
N	35	35	21	14	35
Media	61,57	16,26	30,48	68,57	-,0000003
D.T.	14,57	3,14	5,53	16,37	,98518399
Mínimo	23	10	21	41	-1,71993
Máximo	86	23	40	87	1,71133

D.T.: Desviación típica

ESC\_TIP: Escritura Tipificada (inversa para tale)

Antes de analizar la correlación entre las variables de estudio, se deben valorar los criterios de normalidad de las puntuaciones a través de la prueba Kolmogorov-Smirnov que valora si la distribución de las diferentes variables es igual a la distribución normal ( $p > 0,05$ ). En la Tabla 6 se analiza la normalidad de las variables, observando como todos los resultados tienen una probabilidad asociada superior a 0,05, por lo que se puede asumir la normalidad de las diferentes puntuaciones.

Tabla 6. *Comprobación del criterio de normalidad según la prueba Kolmogorov-Smirnov.*

	AHA	VMI	TALE	PROESC
N	35	35	21	14
Z de Kolmogorov-Smirnov	,642	,652	,500	,839
Sig. asintót. (bilateral)	,805	,789	,964	,483

Una vez se ha comprobado que todos los resultados de las diferentes variables estudiadas cumplen los criterios de normalidad, se procede a realizar las correlaciones de Pearson entre las variables estudiadas en función a los objetivos propuestos en el apartado hipótesis de investigación.

## 4.2. Correlación entre desempeño bimanual (AHA) e integración visomotora (VMI)

El primer objetivo del presente trabajo se basa en analizar la competencia bimanual mediante actividades que requieren el uso simultáneo y coordinado de ambas manos estudiando la relación con el resultado de las pruebas de integración visomotora aplicadas a niños de Primaria.

Se puede observar, tras el análisis de los resultados propuestos en la Tabla 7, que existe una correlación significativa entre el desempeño bimanual y las pruebas de integración visomotora, si se considera un nivel de error del 0,05 (nivel de confianza del 95%). Esta relación se considera significativa, ya que la probabilidad asociada al estadístico ( $p$ ) tiene un valor de 0,025, siendo este menor a 0,05.

El coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ), para ambas variables es de 0,378, lo cual indica una correlación moderada entre ellas. Sin embargo, esta correlación muestra que los mejores resultados obtenidos en las pruebas de desempeño bimanual implican mejores resultados en las pruebas de integración visomotora, siendo ésta una correlación directa o positiva.

Tabla 7. Correlación de Pearson entre desempeño bimanual e integración visomotora.

		VMI
AHA	$r$	,378*
	$p$	,025
	N	35

$r$ : Coeficiente de correlación de Pearson

$p$ : Significatividad

### 4.3. Correlación entre desempeño bimanual (AHA) y escritura (tipificada)

El segundo objetivo estudiado es la relación entre desempeño bimanual y la pruebas de escritura aplicadas a la muestra de estudio. Tal y como se ha explicado anteriormente ambas pruebas (TALE y PROESC), son sometidas a un tratamiento de los datos para tipificar los resultados en la misma dirección, en este caso positiva (ESC\_TIP).

En la Tabla 8 se muestran los resultados tras el análisis de la correlación, viendo que existe dicha relación entre ambas variables, ya que el valor de  $p$  es de 0,011, siendo inferior a 0,05. Los resultados también reflejan que la correlación entre las variables ( $r=0,427$ ) es positiva con intensidad moderada, considerándose una correlación significativa si se asume un nivel de error del 0,05.

Tabla 8. *Correlación de Pearson entre desempeño bimanual y escritura tipificada.*

		ESC_TIP
AHA	$r$	,427
	$p$	,011
	$N$	35

$r$ : Coeficiente de correlación de Pearson

$p$ : Significatividad

ESC\_TIP: Escritura tipificada (inversa para TALE)

Por lo que se puede asumir que existe una relación positiva entre las pruebas de desempeño bimanual y escritura, siendo los niños que mejor competencia bimanual demuestran, los que mejor puntuación obtienen en la prueba de escritura, teniendo en cuenta que esta correlación es significativa, con intensidad de relación moderada.

#### 4.4. Correlación entre integración visomotora (VMI) y escritura (tipificada)

En el análisis del tercer objetivo de estudio, se analiza la relación existente en las pruebas de integración visomotora (VMI) y la escritura tipificada (ESC\_TIP). En la Tabla 9 se observa como la probabilidad asociada al estadístico ( $p$ ) se encuentra en valores inferiores a 0,05, siendo su valor de  $p=0$ .

El coeficiente de correlación en este caso, muestra una relación significativa con fuerte asociación entre ambas variables, obteniendo un valor en la correlación de  $r=0,739$ . En este caso el nivel de error tomado en cuenta es de 0,01, asumiendo un nivel de confianza del 99%.

Tabla 9. Correlación de Pearson entre integración visomotora y escritura tipificada.

		ESC_TIP
VMI	r	<b>,739**</b>
	$p$	<b>,000</b>
	N	<b>35</b>

r: Coeficiente de correlación de Pearson

$p$ : Significatividad

ESC\_TIP: Escritura tipificada (inversa para TALE)

Tras el análisis de los resultados se concluye una relación positiva y significativa entre las variables de integración visomotora y escritura tipificada, reflejando que ante una mayor puntuación en las pruebas de integración visomotora se obtienen mejores resultados en la escritura.

Los resultados obtenidos en las diferentes correlaciones estudiadas son compatibles con las hipótesis del presente trabajo de investigación. Este aspecto se detalla con mayor precisión el apartado destinado a ello, la discusión.

## 5. Programa de intervención neuropsicológica

La justificación del problema y el marco teórico han asentado las bases sobre la importancia que tienen los diferentes componentes implicados en la escritura, entre ellos, la base motriz para el desarrollo perceptivo, así como la coordinación y selectividad de movimientos para transcribir los fonemas en grafemas en un acto tan complejo como es la escritura.

La propuesta de intervención planteada, supone un acto de prevención para las dificultades en el aprendizaje en niños con PC hemipléjica. El trabajo realizado por Krumlinde-Sundholm et al. (2007), refleja el pronóstico de la competencia bimanual a la edad de 18 meses, siendo los niños que alcanzan la capacidad de agarre a esa edad, los que mejor pronóstico tienen, desarrollando su máxima competencia bimanual a los 4 años. En cambio, aquellos niños que no desarrollan la capacidad de agarre durante los primeros 18 meses de vida, tienen un pronóstico peor, alcanzando la máxima competencia bimanual a los 7 años de edad, siendo el desempeño inferior a aquellos niños con capacidad de agarre a los 18 meses.

Con esto se concluye, que es de vital importancia el tratamiento precoz. En contraste, los niños de la presente muestra, tienen un desempeño bimanual concreto en función a su edad e historia bimanual. En este caso no existen referencias de la capacidad de agarre de los diferentes sujetos de la muestra a la edad de 18 meses, por lo que la propuesta planteada implica el entrenamiento a nivel motriz, perceptivo y grafémico.

Si se centra la intervención en el **entrenamiento motriz** de las actividades bimanuales, se plantean las tareas de dificultad creciente, mostrándose a continuación un ejemplo de ellas, extraído de trabajos tales como Eliasson y Burtner (2008) o Charles, y Gordon (2006). En la Tabla 10 se observa como el entrenamiento bimanual debe ir aumentando su complejidad en función del desempeño bimanual existente. Las tareas que implican menor complejidad son aquellas tales como la aproximación de los objetos, ya sea con el antebrazo o la mano o el sostén de aquellos objetos, sin definir el tipo de pinza a emplear. Las tareas bimanuales más complejas se refieren a la orientación de los objetos en el espacio o a la fluidez en la ejecución. Un claro ejemplo de tarea bimanual de complejidad alta sería cortar con tijera una figura sin soporte en mesa y sin apoyo de antebrazos.

Tabla 10. *Entrenamiento motriz en el desempeño bimanual.* (Eliasson y Burtner, 2008 y Charles y Gordon, 2006)

<b>Habilidades de complejidad creciente (de lo más fácil a lo más difícil)</b>	<b>Tareas con implicación bimanual</b>
Aproxima los objetos	Juegos manipulativos
Sostiene	Juegos de cartas
Estabiliza en peso	Video juegos
Cambios en las estrategias	Tareas funcionales
Inicia el uso	Actividad gruesa
Mueve el brazo	Arte o pintura.
Mueve los dedos	
Coordina	
Alcanza	
Orienta a los objetos	
Fluye en el desempeño de tareas	

De esta manera, se recomienda la realización de un trabajo precoz de los requisitos motrices para el desempeño bimanual, lo cual está relacionado con el desarrollo perceptivo, tal y como se ha concluido en el presente trabajo.

Para el **entrenamiento perceptivo** se propone, en primer lugar, que se realice un informe optométrico de cada uno de los sujetos, valorando los aspectos relevantes sobre los que intervenir, ya que no es lo mismo la cantidad visual que la calidad visual, así como la implicación que tiene en los procesos de aprendizaje. Una vez se elabora la evaluación optométrica, se pueden extraer las características visuales que es necesario entrenar, tales como la dominancia ocular, la figura fondo, la direccionalidad, el campo visual, la discriminación de detalles y diferencias. Existen numerosos juegos que trabajan diferentes aspectos perceptivos.

Asimismo es recomendable el trabajo de la estereognosia que consiste en el reconocimiento de la forma de los objetos a través del tacto, sin aporte visual, contribuyendo al uso de la representación mental generada de los diferentes objetos. De esta manera, dicha actividad tiene implicaciones en el desempeño bimanual, en el desarrollo somatosensorial y en el entrenamiento

del almacén grafémico, ya que el niño puede reconocer a través de la estereognosia diferentes letras.

Por último, el **entrenamiento de la escritura** se realiza de forma simultánea al resto de propuestas planteadas y en función de los errores cometidos en las pruebas de escritura realizadas conforme a la edad del sujeto. Tal y como se ha descrito en el marco teórico, muchos niños con PC hemipléjica consumen gran cantidad de energía para la elaboración de las letras de forma legible (Bumin y Kavak, 2010), lo cual dificulta la adquisición de los procesos automáticos de la escritura que permiten dar paso a procesos superiores de comprensión (Piacente y Tittarelli, 2008). Por esta razón se plantea la propuesta de soportes informáticos (teclado), combinado con la escritura manual, para progresar en aspectos de legibilidad y rapidez. El fin es el de trabajar procesos relacionados con la comprensión de lo escrito, así como ortografía, semántica o sintáctica del contenido.

Se basa en facilitar el componente motor de la escritura a través del teclado para que el niño pueda centrar la atención en el significado de la palabra, en cómo se escribe (representación mental- almacén grafémico), así como el lugar que ocupa dicha palabra dentro de la oración. De esta manera el texto escrito puede ser comprendido a la vez que se ha realizado el acto de la escritura. Existen numerosas dinámicas para trabajar la construcción y comprensión de textos. Por ejemplo, se puede realizar una lluvia de ideas con diferentes palabras y con ellas que el niño genere una historia con el teclado. Será una historia creada por él, respetando el aspecto semántico, ortográfico y sintáctico. Los elementos comprensivos llegan cuando el niño tiene que entender la historia creada por su compañero. Para ambas historias se usan las mismas palabras pero se propician contextos diferentes. Tal y como se ha descrito, la ejecución del acto grafomotor, de manera simultánea a la comprensión de un texto, es una tarea difícil para estos niños que emplean demasiada energía en la legibilidad y rapidez de su letra, no siendo capaces de activar procesos superiores. Por esta razón se plantea una propuesta adaptada a las necesidades detectadas.

No se debe dejar de lado la escritura manual, sin embargo dada la relación existente con la integración visomotora y desempeño bimanual, se puede valorar la alternativa de soportes informáticos (teclados) para aquellos niños con bajo desempeño bimanual y baja puntuación en integración visomotora.

## **6. Discusión y Conclusiones**

### **6.1. Discusión**

En el apartado de resultados se han reflejado los diferentes valores, producto del análisis estadístico, que determinarán las conclusiones de cada uno de los objetivos planteados, así como de la hipótesis de estudio.

El objetivo 1 consistía en el análisis de la competencia bimanual empleando actividades que implicasen el uso simultáneo de ambas manos, estudiando la relación existente con el resultado en las pruebas de integración visomotora aplicadas a la muestra de estudio. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se afirma la relación moderada y positiva de ambas variables. Se acepta, por tanto, la hipótesis planteada para este objetivo, ya que se esperaba encontrar una relación entre el desempeño de las actividades bimanuales y la integración visomotora en la población de la muestra. Siendo los niños que mejores resultados obtienen en las pruebas de desempeño bimanual, los que mejores puntuaciones obtienen en las tareas de integración visomotora.

Muchos estudios van en la línea de estos resultados, desde el aspecto más general (base motriz) al más específico (competencia bimanual). Mesrahi y Sedighi (2013), manifiestan que el desarrollo temprano del sistema motor contribuye a preparar la base para el desarrollo perceptual. Asimismo el estudio de Hung et al. (2010), refleja cómo todos los niños con hemiplejía coordinan sus manos en algún grado y lo valora en términos de velocidad, complejidad de la tarea e inclusión de la mano parética, lo cual asegura un cierto grado de desarrollo perceptivo. Asimismo, Lantero y Ringenbach (2007), explican la relación entre ambas variables en niños con desarrollo típico de los 4 a los 8 años, exponiendo cómo el desarrollo espacial de la coordinación bimanual depende de la retroalimentación visual, perceptiva y propioceptiva (información que se recibe del propio cuerpo). Añade a esta relación la variable de atención, necesaria para mantener la actividad bimanual.

Auld, Boyd, Moseley y Johnston (2011) elaboran un trabajo muy relacionado con las variables analizadas con respecto al primer objetivo del presente trabajo, así como en los resultados obtenidos. Concluyen que el proceso visual perceptivo de los niños con PC hemipléjica tiene un impacto en el planeamiento motor bimanual, así como en las actividades de control motor grueso. Se puede concluir como los diferentes estudios planteados manifiestan la relación entre la variable de desempeño bimanual y la variable de integración visomotora, sin embargo, no queda clara la

direccionalidad de dicha relación, sin llegar a concluir que una sea la causa o la consecuencia, lo cual tampoco se pretende en el presente trabajo.

El objetivo 2 propuesto en la investigación era el estudio de la relación existente entre las pruebas de desempeño bimanual y las pruebas de escritura aplicadas a la muestra de estudio. Los resultados encontrados en el presente estudio muestran una relación positiva moderada entre ambas variables de estudio (Tabla 8), pudiéndose confirmar la hipótesis asociada, la cual refleja que los niños con mayor potencial en el desempeño bimanual de las actividades, ejecutan mejor las pruebas de escritura.

Tal y como se ha explicado en el apartado de descripción de las variables de estudio, dado el amplio rango de edad, la variable de escritura no puede ser medida con una sola prueba que abarque todas las edades de la muestra utilizada, por lo que se administran dos pruebas que miden el nivel de escritura en dos rangos de edad establecidos para la muestra de este estudio. El test de lectoescritura (TALE) se aplica a niños menores de 100 meses (8,33 años), mientras que la batería de evaluación de los procesos de escritura (PROESC) se aplica a los niños mayores de la edad de 100 meses (8,33 años). Para el análisis de los datos de escritura se procede a la tipificación de los resultados de ambas pruebas empleadas con el fin de trabajar con valores absolutos. Esta situación no se ha visto reflejada en los estudios relativos al tema. Las razones están relacionadas con el uso de diferentes test de escritura o con la selección de una muestra con rango de edad inferior a la del presente estudio.

Los estudios revisados avalan los resultados del presente trabajo, sin embargo, con matices diferenciales que se nombran a continuación. Kavak y Eliasson (2011) desarrollan un trabajo que mide variables similares, pero con herramientas diferentes, estableciendo relación entre la capacidad unimanual y el desarrollo de la escritura. Para la medición de la capacidad unimanual en niños de 8 a 13 años, emplea la escala denominada Manual Ability Classification System (MACS), mientras que las habilidades para la escritura son evaluadas a través del Minnesota Handwriting Assessment (MHA) que mide en criterios de legibilidad, alineamiento, tamaño, interlineado y forma. Por tanto, el presente estudio replica de forma muy similar los resultados obtenidos por estos autores pero mediante la aplicación de pruebas de evaluación diferentes.

En el ya mencionado estudio elaborado por Bumin y Kavak (2010) se parte de una muestra que limita la participación a aquellos niños con PC hemipléjica izquierda (excluyendo a los niños con PC hemipléjica derecha) y mide de manera comparativa la capacidad unimanual de la mano derecha (dominante) de sujetos con PC hemipléjica, en comparación con los sanos en las tareas de

escritura. Se concluye que existe una reducción en la organización visual motora y una disminución de la destreza motora incluso en la mano no hemiparética. Por lo que hallaron que la mano dominante de los niños con hemiplejía izquierda era significativamente menos competente que la mano derecha de los sujetos sanos con lateralidad diestra. Este estudio ofrece la comparativa con los sujetos sanos, por lo que da un parámetro de referencia para conocer si los resultados del trabajo se ajustan a los niveles esperables en función de la edad. A diferencia, en el presente trabajo, se tienen en cuenta tanto PC hemipléjica izquierda como derecha, sin hacer distinción entre ellas. Del mismo modo no existe un grupo control (sujetos sanos), ya que se basa en el análisis de la relación existente entre las variables descritas.

Weil y Amundson (1994) ya describieron que para el desarrollo de las habilidades en la escritura, se debían tener en cuenta factores tales como el aspecto motor, sensorial, postural y perceptual. En concreto, para la formación de las letras es esencial la integración del sistema visual, motor y sensorial. En el presente trabajo se ha contemplado varios de los requisitos expuestos por Weil y Admundson (1994), pero con términos más concretos tales como desempeño bimanual e integración visomotora en vez de aspecto motor y perceptual.

En el objetivo 3 se planteaba analizar la relación entre el desarrollo de la integración visomotora y los resultados en las pruebas de escritura. De acuerdo con este objetivo, la hipótesis propuesta consistía en la existencia de una relación positiva entre las puntuaciones en la prueba de integración visomotora y los resultados en las pruebas de escritura. Esto supone que los niños con mayor puntuación en la variable de integración visomotora, obtienen mejores resultados en la prueba de escritura, tal y como se muestra en los resultados obtenidos en el presente estudio (Tabla 9). En el análisis estadístico reflejado en el apartado de resultados se puede observar como existe una relación significativa y positiva entre ambas variables de estudio.

Estos resultados son apoyados por otros autores tales como Feder y Majnemer (2007), los cuales reflejan como la integración visomotora es una variable importante para la predicción del desarrollo de la escritura. De manera más específica, varios trabajos ya han demostrado la correlación existente entre la integración visomotora y la legibilidad en la escritura (Weil y Admundson, 1994; Maeland, 1992 y Tseng y Murray, 1994), aspecto que no se tiene en cuenta para el análisis estadístico en el presente estudio. Aunque existen trabajos (Chapman y Wedell, 1972) que han establecido la correlación entre ambas variables, aún no se conoce la direccionalidad de la relación, lo cual no es el objetivo en el presente estudio.

De forma novedosa, a lo largo del trabajo, se presenta un análisis de la integración visomotora en relación con la escritura en niños con PC hemipléjica en edades comprendidas entre los 6 y los 12 años. Tal y como se ha comentado anteriormente, Weil y Admundson (1994) afirman que hasta la fecha, no se han elaborado estudios que relacionen la integración visomotora con la escritura en niños de 5 a 6 años, una edad en la que se espera que estén preparados para la escritura formal, sin embargo, sí se ha estudiado la relación entre las variables en niños de 7 a 11 años.

En resumen, se puede afirmar que las tres variables de estudio (desempeño bimanual, integración visomotora y escritura) muestran una relación positiva y significativa, por lo que se acepta la hipótesis general del presente trabajo. No se han hallado estudios previos que analicen la relación específica entre las presentes variables de estudio, sin embargo de modo implícito, cada uno de los estudios citados a lo largo del trabajo aluden a la relación de términos similares y a su influencia sobre los aspectos de la escritura. Por tanto, el presente trabajo contribuye a profundizar en la relación existe entre desempeño bimanual, aspecto visomotor y escritura en niños con hemiplejía tanto derecha como izquierda que cursan Primaria. Siendo así un estudio que analiza las variables descritas de una población muy concreta que tiende a presentar dificultades en el aprendizaje relacionadas con la escritura a lo largo de los diferentes cursos de Primaria.

## **6.2. Conclusiones**

Al comienzo del estudio se plantea el objetivo general del trabajo que consistía en: *determinar la relación entre los resultados del desempeño en las actividades bimanuales y el nivel de integración visomotora y escritura en niños con parálisis cerebral hemipléjica con edades comprendidas entre los 6 y 12 años.* Dicho objetivo se puede confirmar ya que el estudio demuestra una relación positiva y significativa entre las variables estudiadas.

De esta manera se han ido desarrollando cada uno de los objetivos específicos detallados. Tras el estudio del primer y segundo objetivo específico se concluye una correlación significativa con relación moderada entre las variables planteadas. En el primer objetivo específico se propuso el análisis del desempeño bimanual e integración visomotora, mientras que el segundo objetivo específico se basaba en el estudio de la competencia bimanual en relación con la escritura. Los resultados obtenidos para el tercer objetivo específico reflejan una correlación significativa con una relación más fuerte entre la integración visomotora y la escritura.

Por estas razones se puede aceptar la hipótesis de investigación, afirmando que existe una correlación significativa entre la capacidad desarrollada por los sujetos de la muestra para el desempeño de las actividades bimanuales, así como su nivel de integración visomotora y la calidad de la ejecución en las pruebas de escritura. Pudiendo confirmar que las variables están relacionadas las unas con las otras, así como aceptar que el niño con mejor desempeño bimanual, podrá ejecutar con mayor habilidad las pruebas de integración visomotora, así como las de escritura.

### **6.3. Limitaciones**

Este estudio presenta una serie de limitaciones que dificultan obtener datos más concretos, con el fin de conocer las características de la escritura en los niños con PC hemipléjica y poder intervenir sobre ellas.

Una de las principales limitaciones es el tamaño de la muestra y el amplio rango de edad, lo cual ha llevado a emplear dos pruebas de escritura, cuyos resultados han sido tipificados. Esta situación no ha permitido extraer y analizar los resultados obtenidos en las diferentes subpruebas de escritura, para detectar en qué parámetros existen mayores dificultades y en cuáles presentan menores problemas en la ejecución del acto grafo- motor. Además, se considera que lo ideal para conocer la problemática de la escritura en niños con PC hemipléjica, es que los diferentes resultados obtenidos en la muestra de estudio sean comparados con un grupo control, lo cual no se ha llevado a cabo en el presente trabajo.

Otra de las limitaciones detectadas es que en este trabajo no se ha valorado si el tipo de afectación (hemiplejía derecha o izquierda) ejerce alguna influencia sobre el desarrollo de la escritura. En un comienzo, durante la planificación de la investigación, este parámetro no se tuvo en cuenta según la teoría de equipotencialidad de Lenneberg (Lenneberg, Chomsky y Marx, 1967) que estipula que ambos hemisferios cerebrales tienen la capacidad de preservar las funciones lingüísticas ante una lesión unilateral temprana, lo cual no genera diferencias significativas entre la afectación del lado derecho o izquierdo. Asimismo, al no tener una muestra lo suficientemente grande, no se puede tener en cuenta las diferencias entre la patología congénita (prenatal o perinatal con predisposición a padecer el trastorno) y adquirida de forma postnatal y cómo las circunstancias etiológicas pueden incidir en el proceso y desarrollo de la escritura e integración visomotora.

Otra limitación detectada en el presente trabajo es no haber tomado como variable de estudio el déficit visual en relación al resto de variables presentadas (desempeño bimanual, integración visomotora y escritura). En este caso no se dispuso de los informes médicos relacionados con la visión, registrando tan solo si el niño tenía déficit visual o no y si existía corrección. Esto hubiese permitido tener un mayor número de datos detallados sobre el tipo de déficit y corrección, con el fin de establecer si existe relación entre un déficit visual concreto y las puntuaciones del resto de las variables estudiadas.

#### **6.4. Prospectiva**

Este trabajo abre las puertas hacia futuras líneas de investigación, con el fin de estudiar las numerosas variables que influyen en el desarrollo de las habilidades de aprendizaje que llevan a cabo los niños con PC hemipléjica, así como determinar cuáles son las principales dificultades para poder prevenirlas y trabajarlas de manera precoz, tanto por los profesionales como por las familias implicadas. De esta manera se abre la puerta a una nueva investigación con un número mayor de muestra en un rango de edad menor. Asimismo sería necesario emplear una prueba de escritura, de la cual se extraerían los diferentes resultados de las subpruebas, relacionándolas con las variables ya presentadas (desempeño bimanual e integración visomotora) y las nuevas variables de estudio tales como el tipo de déficit visual, tipo de afectación (hemiparesia derecha o izquierda) y la forma de adquisición de la patología (congénita o adquirida).

Este tipo de investigaciones realizan una contribución al mundo de la educación motriz. Desde el ámbito de la fisioterapia existen numerosos tratamientos precoces para habilitar la función manual y bimanual en niños con hemiplejía. Según Boyd et al. (2013), ejemplos de estos tratamientos son la terapia HABIT (*intensive hand arm bimanual training*) y la terapia CIMT (*constraint induced movement therapy*). Los objetivos terapéuticos de la aplicación de estas metodologías, normalmente van centrados en habilitar funciones y promover la autonomía, sin embargo el objetivo es investigar cómo desde la intervención en el ámbito de la fisioterapia, se pueden promover de manera consciente los prerrequisitos para un aprendizaje eficaz. De esta manera los terapeutas tendrán a su disposición diferentes estrategias para elaborar un tratamiento neuromotriz que pueda influir, por ejemplo, en el aspecto bimanual, visomotor, así como en la escritura como área transversal a las diferentes asignaturas de Primaria.

Por último, considerando que la relación entre las variables ha sido positiva y significativa, se puede indicar que el niño con menores habilidades en el desempeño bimanual, manifiesta más problemas en el desarrollo de la escritura. Lo cual significa que la automatización de la tarea es difícil de alcanzar y que el gasto energético para la elaboración de las diferentes letras es alto en relación con el resultado obtenido. Por estas razones, una posible línea de investigación planteada, puede ser el entrenamiento de la automatización de la escritura a través de los soportes informáticos (teclado), con el fin de que el niño pueda alcanzar tareas tales como la comprensión del texto o la abstracción de los contenidos para el razonamiento. Para este estudio, sería necesario trabajar con una amplia muestra de niños con PC hemipléjica, para que un grupo de ellos trabajase la automatización de la escritura con teclado con el fin de mejorar la comprensión lectora (grupo experimental) y otro grupo de niños con PC hemipléjica, siguiera con sus tareas habituales de escritura de textos y lectura (grupo control), midiendo la evolución de la comprensión lectora tanto del grupo experimental como del grupo control. La idea planteada es realizar un estudio comparativo, para comprobar la eficacia del entrenamiento con teclado para fomentar la automatización en la escritura y favorecer las tareas de comprensión.

## **7. Bibliografía**

### **7.1. Referencias bibliográficas**

- Auld, M., Boyd, R., Moseley, G. L. y Johnston, L. (2011). Seeing the gaps: a systematic review of visual perception tools for children with hemiplegia. *Disability and rehabilitation*, 33(19-20), 1854-1865.
- Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., Leviton, A., Paneth, N., Dan, B., Jacobsson, B. y Damiano, D. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47(8), 571-576.
- Beckung, E. y Hagberg, G. (2002). Neuroimpairments, activity limitations, and participation restrictions in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 44(5), 309-316.

- Beery, K. E., Buktenica, N. A. y Beery, N. A. (1997). *The Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration: VMI, With Supplemental Developmental Tests of Visual Perception and Motor Coordination: Administration, Scoring and Teaching Manual*. Cleveland: Modern Curriculum Press.
- Bleyenheuft, Y. y Thonnard, J. L. (2010). Predictive and reactive control of precision grip in children with congenital hemiplegia. *Neurorehabilitation and neural repair*, 24(4), 318-327.
- Boyd, R. N., Mitchell, L. E., James, S. T., Ziviani, J., Sakzewski, L., Smith, A., Rose, S., Cunnington, R., Whittingham, K., Ware, R. S., Comans, T.A. y Scuffham, P. A. (2013). Move it to improve it (Mitii): study protocol of a randomised controlled trial of a novel web-based multimodal training program for children and adolescents with cerebral palsy. *BMJ open*, 3(4), e002853.
- Boyd, R. N., Ziviani, J., Sakzewski, L., Miller, L., Bowden, J., Cunnington, R., Ware, R., Guzzetta, A., Macdonell, R., Jackson, G., Abbott, D. y Rose, S. (2013). COMBIT: protocol of a randomised comparison trial of combined modified constraint induced movement therapy and bimanual intensive training with distributed model of standard upper limb rehabilitation in children with congenital hemiplegia. *BMC neurology*, 13(1), 68.
- Brandão, M. B., Ferre, C., Kuo, H. C., Rameckers, E. A., Bleyenheuft, Y., Hung, Y. C., Friel, K. y Gordon, A. M. (2013). Comparison of structured skill and unstructured practice during intensive bimanual training in children with unilateral spastic cerebral palsy. *Neurorehabilitation and neural repair*, 28(5), 452-461.
- Bumin, G. y Kavak, S. T. (2010). An investigation of the factors affecting handwriting skill in children with hemiplegic cerebral palsy\*. *Disability & Rehabilitation*, 32(8), 692-703.
- Chapman, L. J. y Wedell, K. (1972). Perceptual-motor abilities and reversal errors in children's handwriting. *Journal of Learning disabilities*, 5(6), 321-325.
- Charles, J. y Gordon, A. M. (2006). Development of hand–arm bimanual intensive training (HABIT) for improving bimanual coordination in children with hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 48(11), 931-936.

- Chiappedi, M., Togni, R., De Bernardi, E., Baschenis, I. M. C., Battezzato, S., Balottin, U., Dalla Toffola, E., Bejor, M. (2012). Arm trajectories and writing strategy in healthy children. *BMC Pediatrics*, *12*, 173.
- Cioni, G., Sales, B., Paolicelli, P. B., Petacchi, E., Scusa, M. F. y Canapicchi, R. (1999). MRI and clinical characteristics of children with hemiplegic cerebral palsy. *Neuropediatrics*, *30*(5), 249-255.
- Cooper, J., Majnemer, A., Rosenblatt, B. y Birnbaum, R. (1995). The determination of sensory deficits in children with hemiplegic cerebral palsy. *Journal of Child Neurology*, *10*(4), 300-309.
- Cox, B. C., Cincotta, M. y Espay, A. J. (2012). Mirror movements in movement disorders: a review. *Tremor and Other Hyperkinetic Movements*, *2*, 1- 8.
- Cuetos, F., Ramos, C. y Ruano, E. (2002). *PROESC. Evaluación de los procesos de escritura. Publicaciones de Psicología Aplicada*. Madrid: TEA.
- Eliasson, A. y Burtner, P. (2008). *Improving Hand Function in Children with Cerebral Palsy*. London: Mac Keith Press.
- Feder, K. P. y Majnemer, A. (2007). Handwriting development, competency, and intervention. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *49*(4), 312-317.
- Fedrizzi, E., Pagliano, E. y Andreucci, E. (2003). Hand function in children with hemiplegic cerebral palsy: Prospective follow-up and functional outcome in adolescence. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *45*(2), 85-91.
- Gimenez, P., Bugescu, N., Black, J. M., Hancock, R., Pugh, K., Nagamine, M., Kutner, E., Mazaika, P., Hendren, R., McCandliss, B.D. y Hoeft, F. (2014). Neuroimaging correlates of handwriting quality as children learn to read and write. *Frontiers in human neuroscience*, *8*, 155.
- Gooijers, J. y Swinnen, S. P. (2014). Interactions between brain structure and behavior: the corpus callosum and bimanual coordination. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *43*, 1-19.

- Hawe, R. L., Sukal-Moulton, T. y Dewald, J. P. (2013). The effect of injury timing on white matter changes in the corpus callosum following unilateral brain injury. *Neuroimage: Clinical*, 3, 115-122.
- Himmelman, K. y Uvebrant, P. (2014). The panorama of cerebral palsy in Sweden. XI. Changing patterns in the birth-year period 2003–2006. *Acta Paediatrica*, 103(6), 618-624.
- Hung, Y. C., Charles, J. y Gordon, A. M. (2010). Influence of accuracy constraints on bimanual coordination during a goal-directed task in children with hemiplegic cerebral palsy. *Experimental brain research*, 201(3), 421-428.
- Klingels, K., Jaspers, E., Van de Winckel, A., De Cock, P., Molenaers, G. y Feys, H. (2010). A systematic review of arm activity measures for children with hemiplegic cerebral palsy. *Clinical rehabilitation*, 24(10), 887-900.
- Kolb, B. y Whishaw, I. Q. (2006). *Neuropsicología humana*. Ed. Médica Panamericana.
- Krumlinde-Sundholm, L. y Eliasson, A. C. (2003). Development of the Assisting Hand Assessment: a Rasch-built measure intended for children with unilateral upper limb impairments. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 10(1), 16-26.
- Krumlinde-Sundholm, L., Holmfur, M. y Eliasson, A.C. (2007). The Assisting Hand Assessment Manual, version 4.4. *Stockholm: Karolinska Instuet, Neuropediatric Research Unit, Astrid Lindgren Children's Hospital*.
- Lantero, D. A. y Ringenbach, S. D. (2007). Developmental differences in the use of visual information during a continuous bimanual coordination task. *Journal of motor behavior*, 39(2), 139-155.
- Lemmens, R. J., Janssen-Potten, Y. J., Timmermans, A. A., Defesche, A., Smeets, R. J. y Seelen, H. A. (2014). Arm hand skilled performance in cerebral palsy: activity preferences and their movement components. *BMC neurology*, 14(1), 52.
- Lenneberg, E. H., Chomsky, N. y Marx, O. (1967). *Biological foundations of language* (Vol. 68). New York: Wiley.

- Levitt, S. (2012). Aspectos clínicos del tratamiento. En S. Levitt, (5ª ed.), *Tratamiento de la parálisis cerebral y del retraso motor* (pp.5-11). Buenos Aires: Panamericana.
- Maeland, A. E. (1992). Handwriting and perceptual-motor skills in clumsy, dysgraphic, and 'normal' children. *Perceptual and Motor Skills*, 75, 1207-1217.
- Mas, M. J. (2015). *Neuronas en crecimiento*. Recuperado el 23 de Junio del 2015 de <http://neuropediatra.org/2015/03/04/tipos-de-paralisis-cerebral-infantil/>
- Mchale, K. y Cermak, S.A. (1992). Fine motor activities in elementary school: preliminary findings and provisional implications for children with fine motor problems. *The American Journal of Occupational Therapy*, 46, 898–903.
- Mesrahi, T. y Sedighi, M. (2013). Development of visual-motor perception in pupils with expressive writing disorder and pupils without expressive writing disorder: a comparative statistical analysis. *Medical journal of the Islamic Republic of Iran*, 27(3), 119.
- Mulligan, S. (2006). *Terapia ocupacional en pediatría*. Madrid: Panamericana.
- Orza, J. G., Lazcano, M. M. y Alvarez, F. V. (2002). Alteraciones del procesamiento de la escritura: la disgrafía superficial. *Revista española de neuropsicología*, 4(4), 283-300.
- Piacente, I. T. y Tittarelli, A. M. (2008). Aprendizaje del lenguaje escrito: Su evaluación. *Revista de Psicología (La Plata)*, (10), 199-210.
- Pueyo-Benito, R. y Vendrell-Gómez, P. (2002). Neuropsicología de la parálisis cerebral. *Revista Neurología*, 34, 1080-7.
- Robaina-Castellanos, G. R., Riesgo-Rodríguez, S. y Robaina-Castellanos, M. S. (2007). Definición y clasificación de la parálisis cerebral: ¿un problema ya resuelto?. *Revista Neurología*, 45(2), 110-7.
- Rodero, E. M. A. (2012). Características de la integración visomotora y los patrones motores de los niños matriculados en primero de primaria en dos colegios de la ciudad de barranquilla, 2008. *Biociencias*, 6(01).

- Rosenblum, S., Weiss, P. L. y Parush, S. (2003). Product and process evaluation of handwriting difficulties. *Educational Psychology Review*, 15(1), 41-81.
- Sakzewski, L., Ziviani, J. y Boyd, R. (2010). The relationship between unimanual capacity and bimanual performance in children with congenital hemiplegia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 52(9), 811-816.
- Snell, R. S. (2007). *Neuroanatomía clínica*. Buenos Aires: Panamericana.
- Sola Martínez, T., Hinojo Lucena, F. J. y Cáceres Reche, M. P. (2010). Estudio de las dificultades en el dominio de la competencia fonológica del aprendizaje de la lectoescritura en el alumnado de 4º nivel de Educación Primaria. *Revista Española de Pedagogía*, 68(246), 333-358.
- Steenbergen, B. y Gordon, A.M. (2006). Activity limitation in hemiplegic cerebral palsy: evidence for disorders in motor planning. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 48(9), 780.
- Toro, J. y Cervera, M. (2014). *T.A.L.E. Test de análisis de lectoescritura*. Madrid: Machado.
- Tseng, M. H. y Murray, E. A. (1994). Differences in perceptual-motor measures in children with good and poor handwriting. *OTJR: Occupation, Participation and Health*, 14(1), 19-36.
- Tükel Kavak, S. y Eliasson, A. C. (2011). Development of handwriting skill in children with unilateral cerebral palsy (CP). *Disability & Rehabilitation*, 33(21-22), 2084-2091.
- Van Heest, A. E., House, J. y Putnam, M. (1993). Sensibility deficiencies in the hands of children with spastic hemiplegia. *The Journal of hand surgery*, 18(2), 278-281.
- Weil, M. J. y Amundson, S. J. C. (1994). Relationship between visuomotor and handwriting skills of children in kindergarten. *American Journal of Occupational Therapy*, 48(11), 982-988.

## 7.2. Bibliografía

- Crepeau, E. B., Willard, H. S., Cohn, E. S., Spackman, C. S. y Schell, B. A. B. (2005). *Terapia ocupacional*. Madrid: Ed. Médica Panamericana.
- Gómez, J. (1997). Capítulo 5: La coordinación óculo- manual en los trastornos del aprendizaje. En J. Gómez, (1ªed.), *Rehabilitación psicomotriz en los trastornos del aprendizaje* (pp.105-126). Zaragoza: Mira Editores.
- Lerma, H. D. (2009). Capítulo 3: Proyecto. En H. D. Lerma, (4ª ed.), *Metodología de la investigación: Propuesta, Anteproyecto y Proyecto* (pp. 81-121). Colombia: Ecoe Ediciones.
- Polonio, B. y Romero, D. M. (2008). Capítulo 2: Metodología terapéutica ocupacional en la infancia. En B. Polonio, M. Castellanos y I. Viana, (1ª ed.), *Terapia Ocupacional en la infancia* (pp. 89-165). Madrid: Ed. Médica Panamericana.
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., Lamantia, A., Mcnamara, J.O. y Williams, S.M. (2008). *Neurociencia*. Madrid: Ed. Médica Panamericana.

## ***ANEXOS***

## Anexo 1. Consentimiento Informado

Querido padre/madre/tutor:

Eres libre de aceptar o no nuestra solicitud de participar en este proyecto. Puedes llevarte la hoja de información a tu casa para meditarla con tiempo suficiente y consultar su participación con tu familia o con tu terapeuta/ fisioterapeuta habitual. Si decides participar, tienes que rellenar este documento:

D<sup>o</sup>/D<sup>a</sup>. \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_ como padre/madre o tutor del niño \_\_\_\_\_, acepto plena y libremente participar en el estudio titulado: “Relación entre desempeño bimanual, integración visomotora y escritura en niños con hemiplejía”.

Aseguro que el proyecto y sus objetivos me han sido explicados por: \_\_\_\_\_ y que he tenido oportunidad de discutir este asunto con él/ella. Por todo esto, permito a la fisioterapeuta Patricia Roldán Pérez a realizar las pruebas y controles que necesiten durante el tiempo que dure este proyecto.

Acepto participar en todas las pruebas (dejar en blanco las que no aceptas):

- Entrevista inicial con la familia para recopilar los datos fundamentales del niño/a.
- Prueba de desempeño bimanual; Assisting Hand Assessment (AHA),
- Test de Integración Visomotora (VMI), para la medición del nivel perceptivo.
- Test de Análisis de Lecto-Escritura, TALE.
- Batería de Evaluación de los Procesos de Escritura, PROESC, en la dimensión de competencia fonológica (dictado de sílabas, palabras y pseudopalabras).

Así mismo, la participación en el estudio es completamente libre y no he sido obligado bajo ningún concepto, pudiendo decidir en cualquier momento retirarme del estudio.

Declaro haber recibido una copia firmada de este Consentimiento Informado.

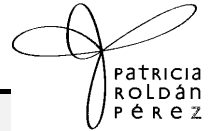
Zaragoza, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 20\_\_\_\_\_

Firma del paciente o padre/madre/tutor  
(rodear la opción correcta)

Firma del investigador

## Anexo 2. Entrevista Inicial

### 1. Datos Personales



Fecha de evaluación y lugar;

Nombre del niño:

Fecha de nacimiento:

Nombre de los padres:

Número de Teléfono:

E-mail:

¿Hay otros hermanos en el núcleo familiar?

### 2. Datos Médicos

Médico Rehabilitador/ Neurólogo:

Diagnóstico:

Lado afecto:

¿Tiene su hijo o ha tenido...? Operaciones, hospitalizaciones, crisis epilépticas.

Evaluaciones (auditiva, visión neurológica, psicológica) Añadir si lleva corrección visual o auditiva. Si se conoce el número de dioptrías y tipo de déficit visual.

Medicación actual:

Tecnología Asistiva:

### 3. Escolarización

Colegio:

Curso:

Adaptación curricular:

Posicionamiento en el aula (lecho postural, reposapiés, atril o teclado)



### 4. Tratamientos

Indique si su hijo recibe o ha recibido algún tratamiento y el número de veces por semana:

Terapia Ocupacional:

Fisioterapia:

Logopedia:

Otros:

*Patricia Roldán Pérez.*

Terapeuta Ocupacional y Fisioterapeuta Pediátrica.

Telf.; 686.180.387

proldanperez@gmail.com

