

Artículo original

La adquisición de habilidades matemáticas en relación con el desarrollo del esquema corporal en niños

The acquisition of mathematical skills in relation to the development of the body schema in children

Rosa Catrambone¹ y Claudio O. Cervino²

¹Facultad de Filosofía, Ciencias de la Educación y Humanidades, Universidad de Morón. Argentina.

²Instituto de Fisiología y Neurociencias (IFiNe-SeCyT), Universidad de Morón. Argentina.

Manuscrito recibido: 20 de agosto de 2019; aceptado para publicación: 25 de octubre de 2019

Autor de contacto: Prof. Lic. A. Rosa Catrambone. Facultad de Filosofía, Ciencias de la Educación y Humanidades, Universidad de Morón. Machado 914, (1708) Morón, Pcia. de Buenos Aires, Argentina.

E-mail: rosa_catrambone@yahoo.com.ar

Resumen

La adquisición de las nociones matemáticas y su posterior utilización son una de las mayores dificultades de los niños durante la etapa escolar. El objetivo general es demostrar la relación entre el desarrollo del esquema corporal (EC) en niños y su repercusión en el aprendizaje de logros matemáticos (ALM). En esta investigación intervinieron 46 alumnos de Nivel Primario (niños y niñas, 6 a 12 años). En cada uno se evaluó capacidades matemáticas (pruebas de numeración, de operaciones y de situaciones problemáticas) y se les aplicó instrumentos para la evaluación del esquema corporal (dibujo de la figura humana, lateralidad y noción de espacio). La relación entre ambas variables se analizó a partir del coeficiente de correlación y del análisis de regresión. La ecuación de regresión arrojó: $ALM = 31,62 + (0,55 * EC)$ ($n = 46$, $r = 0,54$; $R^2 = 0,29$; $P < 0,001$). Se discute el logro del pensamiento lógico-matemático desde los enfoques cognoscitivo y constructivista.

Palabras clave: habilidades matemáticas - aprendizaje matemáticas - esquema corporal - lateralidad - noción de espacio

Abstract

*The acquisition of mathematical notions and its subsequent use are one of the major difficulties of children during school. The general objective is to demonstrate the relationship between development of body scheme (BE) in children and their impact on the learning of mathematical achievements (LMA). In this study involved 46 students from elemental level (boys and girls, ages 6 to 12). Every child evaluated math skills (tests of numeration, operations and problem situations) and applied them instruments for the evaluation of the BE (drawing the human figure, laterality and notion of space). The relationship between both variables was analyzed from the coefficient of correlation and regression analysis. The regression equation threw: $LMA = 31.62 + (0.55 * BE)$ ($n = 46$, $r = 0.54$; $R^2 = 0.29$; $P < 0.001$). We discussed the*

mathematical achievement from the cognitive and constructivist approaches.

Key words: *math skills - learning mathematics - body schema - laterality - notion of space*

Introducción

Las matemáticas significan mucho más que saber realizar simples operaciones con números. Implica conceptos de ordenación y sucesión, clasificación, de conjunto, diferenciar cantidad de número, establecer diferencias y semejanzas, comparaciones mayor y menor, la medida, figuras, etc. La adquisición de las nociones matemáticas pone en funcionamiento y comparte muchas habilidades lingüísticas y no verbales, distintos tipos de memorias, actividades viso-espaciales, y pone en marcha habilidades cognitivas específicas, en las que se incluye la interpretación de la naturaleza del código y el conocimiento de la estructura lexical del sistema numérico (Dehaene, 1997; Cervino, 2007).

A partir de diversos estudios neurofisiológicos, psicológicos y neuropsicológicos se ha demostrado que el cerebro humano posee una capacidad innata para entender y manipular números. Se ha demostrado que durante el primer año de vida los niños cuentan con un conocimiento numérico rudimentario e independiente del lenguaje (Starkey y Cooper, 1980; Winn, 1992; Xu y Carey 1996).

El sentido del número está restringido a colecciones de solo 4 o 5 objetos. Hay datos que sugieren que los niños, al igual que los adultos, utilizan para manipular tales colecciones de números un proceso mental muy diferente al del conteo. Para pequeñas colecciones se percibe su “numerosidad” directa del mismo modo que se percibe la forma y el color de esos objetos (Dehaene, 1997; Butterworth, 1999). Esta percepción intuitiva de la numerosidad se denomina subitización. La mayoría de las personas puede subitizar de 6 a 8 objetos, cambiando a una gran variedad de estrategias de conteo para colecciones más grandes.

Si bien no se puede soslayar la importancia de las características innatas en el tratamiento matemático, no se puede dejar de considerar la adquisición de estas habilidades matemáticas posnatales, puestas de manifiesto a partir de los aportes sobre el tratamiento del número y el cálculo en el niño incorporados por Piaget (1952) y por

Vigostsky (1987).

Todavía no se conoce con exactitud cómo el cerebro procesa matemáticamente. Los resultados provienen del estudio e investigación en varios campos, principalmente experimentos cognitivo-conductuales, estudios de pacientes con lesiones cerebrales y técnicas de neuroimágenes cerebrales. Así, a partir de la información obtenida se ha ampliado el conocimiento sobre la topografía cerebral asociada a la aritmética mental, así como formular distintos modelos de procesamiento de la información numérica en nuestro sistema cognitivo (Dehane, 1992; Dehaene y Cohen, 1995; Feld et al., 1998; Alonso y Fuentes, 2001).

Diversos estudios revelan la presencia de dos o más redes cerebrales para el proceso del número (Roland y Friberg, 1985; Posner et al., 1988; Rueckert et al., 1996; Dehaene et al., 1996 y 2003; Serra-Grabulosa et al., 2010). Como se comprueba en la **Tabla I**, las operaciones aritméticas con números pequeños activan mayormente las regiones lateralizadas izquierdas, codificando los números probablemente en formato verbal. La aproximación y el cálculo exacto con números grandes, sin embargo, ponen énfasis principalmente sobre las cortezas parietal izquierda y derecha, las cuales pueden codificar números en un formato de cantidad no verbal, utilizando componentes de procesamiento viso-espacial.

Los hemisferios cerebrales funcionalmente son complementarios (Cervino, 2017). El hemisferio izquierdo basa su funcionamiento en el procesado secuencial de la información, la lógica y el lenguaje. El hemisferio derecho se relaciona con las tareas viso-espaciales, el procesamiento holístico, la música y el procesamiento emocional del lenguaje. En cuanto a la participación hemisférica en el procesamiento del número, el conocimiento de trastornos del cálculo ha demostrado que las lesiones del hemisferio izquierdo producen alteraciones de la comprensión y producción de números y operaciones aritméticas. Las lesiones del hemisferio derecho ocasionan alteraciones en la organización espacial de las cantidades y en la comprensión y realización de problemas abstractos.

Tabla 1. Cerebro y procesamiento matemático. Regiones cerebrales implicadas [activadas (+), inactivadas (0)] durante algunos tipos de procesamiento matemático, evaluadas a través de estudios funcionales cerebrales por neuroimágenes (modificado de Cervino, 2017).

		Cálculo exacto	Cálculo de aproximación	Cálculo exacto con números grandes	Atención y noción de espacio
Sistema Representación		Lingüístico-verbal	Cuantitativo no Verbal: viso-espacial		Visual
Localización	Regiones parietales bilaterales: segmento horizontal del surco intraparietal	0	+	+	0
	Corteza parietal posterior (CPP)	0	0	0	+
	Corteza parietal (giro angular) izquierda	+	0	0	0
	Corteza prefrontal (CPF) izquierda	+	0	+	0
Función		Representación del número por palabras, por ej., seis	Establecimiento de valores de los números, por ej., media docena	Asociación de números arábigos, por ej., 6	--

En suma, las investigaciones sugieren que la habilidad matemática es el resultado de la integración de dos circuitos no-numéricos en el cerebro (**Fig. 1**): uno en el lóbulo frontal izquierdo que controla representaciones lingüísticas de valores numéricos exactos y, el otro, involucra los lóbulos parietales que controlan representaciones viso-espaciales de cantidades aproximadas; los lóbulos parietales pueden servir también a otras funciones matemáticas, incluyendo en parte el desenvolvimiento de los cálculos exactos.

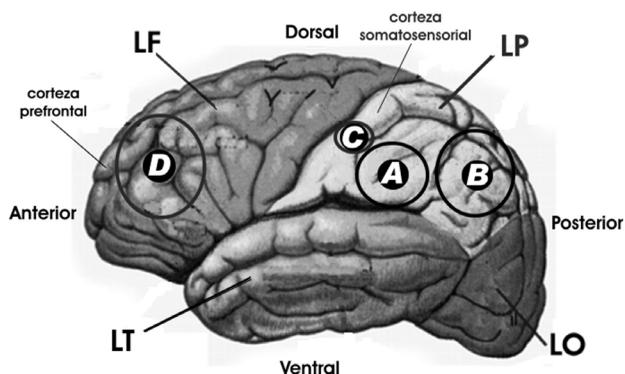


Figura 1. Vista lateral del hemisferio izquierdo del cerebro humano. Se ha implicado al lóbulo parietal inferior izquierdo (A) en el cálculo mental, zona adyacente a las áreas cerebrales en donde se construye la noción de espacio (B) y se procesa las sensaciones corporales que provienen de los dedos de la mano (C). El área de asociación prefrontal (D) es donde se procesa el pensamiento secuencial, primordial para el procesamiento matemático cerebral. (LF, lóbulo frontal; LP, lóbulo parietal; LO, lóbulo occipital; LT, lóbulo temporal).

La formación del concepto de número es un concepto lógico de naturaleza distinta al conocimiento físico o social, ya que no se extraen directamente de las propiedades físicas de los objetos ni de las convenciones sociales, sino que se construye a través de un proceso de abstracción reflexiva de las relaciones entre los conjuntos que expresan número. Según Piaget (1952), este concepto es el resultado de las operaciones lógicas como la clasificación y la seriación; por ej., cuando agrupamos determinado número de objetos o lo ordenamos en serie. Las operaciones mentales sólo pueden tener lugar cuando se logra la noción de la conservación, de la cantidad y la equivalencia, término a término, teniendo en cuenta las distintas etapas en el desarrollo del niño (Zazzo, 1976).

Piaget distingue tres tipos de conocimiento atendiendo a su origen o procedencia y explica cómo en función de un proceso progresivo de adquisición, este influye directamente en el desarrollo integral del niño/a (Maldonado y Francia, 1996):

i) *Conocimiento físico o del mundo exterior*: descubren su medio físico actuando e interactuando sobre el mismo, observando, manipulando y experimentando con objetos y situaciones diversas.

ii) *Conocimiento lógico-matemático*: este conocimiento no se adquiere directamente, sino a partir de la relación con el conocimiento físico. Ambos son dos polos del conocimiento de los objetos: uno es externo a la persona (del conocimiento físico), el otro es interno (el conocimiento lógico-matemático).

iii) *Conocimiento social*: a través de la relación con otras personas va descubriendo las normas sociales y conductuales.

Los tres tipos de conocimiento interactúan entre sí y, según Piaget, el lógico-matemático (armazón del sistema cognitivo: estructuras y esquemas) juega un papel preponderante en tanto que sin él los conocimientos físico y social no se podrían incorporar o asimilar. Finalmente hay que señalar que, de acuerdo con Piaget, el razonamiento lógico-matemático no puede ser enseñado.

Se puede concluir que a medida que el niño tiene contacto con los objetos del medio (conocimiento físico) y comparte sus experiencias con otras personas (conocimiento social) en el espacio que desarrolla sus actividades, mejor será la estructuración del conocimiento lógico-matemático.

El desarrollo de la noción de espacio implica un pasaje desde

un espacio práctico y egocéntrico hacia uno representado, que comprende al sujeto mismo y pone en relación sus desplazamientos con respecto a los otros y a los objetos ordenados en el tiempo (Rodríguez y Feld, 1998). El área somatosensorial del cerebro proyecta a otras áreas del lóbulo parietal, especialmente al córtex parietal posterior, donde la información somática se utiliza para configurar la imagen corporal y para planificar los movimientos en el espacio extrapersonal (Kandel et al., 1997; Cervino, 2017).

El pensamiento espacial se manifiesta en las capacidades de razonamiento que los niños utilizan para establecer relaciones con los objetos y entre los objetos, relaciones que dan lugar al reconocimiento de atributos y a la comparación, como base de los conceptos de tamaño, forma y espacio. De acuerdo a Piaget (Piaget, 1948; Castro, 2004), la adquisición del espacio y del pensamiento espacial se da en tres etapas: un espacio topográfico (0 a 3 años), un espacio euclidiano (3 a 7 años), y un espacio proyectivo o racional (>7 años).

En cuanto al esquema corporal de todo individuo, éste es la imagen mental de su cuerpo, la representación que posee del mismo. Esta representación, común para todos los individuos de la especie humana, se construye a partir de información sensorial (propio-, extero- e interoceptiva). El esquema corporal comienza con el nacimiento y termina con la adquisición de la representación mental (Le Boulch, 1982). Se construye a través del aprendizaje y la experiencia real, es decir, está sujeta a lo evolutivo y temporal. En coincidencia con la adquisición de la noción de espacio, el desarrollo del esquema corporal atraviesa tres etapas: vivencia (0 a 3 años), percepción (3 a 7 años) y representación (7 a 12 años); sigue las leyes de lo madurativo: céfalo-caudal, próximo-distal y cognitivo.

Los "ítems evolutivo en el desarrollo de la figura humana" representa a los componentes que se da solo en relativamente pocos dibujos de la figura humana. Desde niños ubicados en un nivel de edad menor, luego aumentan en frecuencia de ocurrencia a medida que aumenta la edad de los niños, hasta convertirse en una característica regular de muchos o de la mayoría de los dibujos de la figura humana de un nivel de edad dado.

Se ha elaborado una lista de ítems que fueron derivados del sistema de evaluación de Goodenough-Harris y de Koppitz, que llenan los requisitos establecidos para los ítems evolutivos

(Koppitz, 2002). La presencia de partes anatómicas pares y simétricas en el cuerpo humano se da de forma global. A pesar de la simetría, en su uso funcional se utiliza preferentemente un lado frente al otro. A su vez, los ítems evolutivos en el desarrollo de dibujos de la figura humana se diferencian según se trate de un niño o niña, de 5 a 12 años.

La lateralidad, para algunos autores, indica la preferencia frente a las manos. Para otros, la lateralidad se debe considerar desde un punto de vista más amplio, teniendo en cuenta todo el cuerpo: manos, pies, ojos y oídos (Rigal, 1987). Por tanto, es un problema de control corporal, de toma de conciencia corporal y del concepto del espacio. Entre los factores que influyen o determinan la lateralidad, actualmente se tiende a pensar que la misma viene determinada por un conjunto de factores neurofisiológicos, sociales y genéticos (ver Rigal, 1987).

En cuanto a la relación entre el desarrollo de las habilidades matemáticas, la noción de espacio y el esquema corporal, los resultados de diferentes investigaciones sugieren que las relaciones comprensivas entre los números involucran alguna clase de herramienta espacial, tales como visualizar una "línea numérica". Tales ayudas visuales pueden ser fuentes importantes de intuición matemática.

Asimismo, la corteza parietal posterior construye representaciones abstractas de la disposición espacial de los objetos del entorno. Por tanto, el número emergería naturalmente como la más abstracta representación de objetos en el espacio. Las lesiones en esta región pueden dejar al paciente totalmente incapaz para ejecutar, incluso, cálculos tan sencillos como $4-2$ o 5×7 .

Hasta lo investigado al presente, el procesamiento numérico y sus desórdenes poseen sus bases en el funcionamiento cerebral, y están determinados e influenciados por el desarrollo cerebral humano (Tallis y Soprano, 1999; Shalev, 2004; Cervino, 2007 y 2017). La *discalculia* es la dificultad que poseen los niños para desarrollar habilidades matemáticas, comenzando con la subitización. Se denomina *acalculia* cuando un individuo ya adquirió las habilidades matemáticas, y por lesión de ciertas regiones cerebrales, pierden dicha capacidad. Es interesante enfatizar que la existencia de dificultades específicas asociadas con la discalculia y la acalculia son una evidencia que los circuitos neurales que procesan las matemáticas son una parte integral del cerebro

humano.

Los niños con discalculia se caracterizan por presentar problemas con las matemáticas y/o con conceptos como símbolos, señas y direcciones. Sin embargo, su coeficiente intelectual es normal. Los subtipos de discalculia pueden ser explicados por lesiones que afectan desproporcionadamente a cada una de las distintas redes cerebrales que procesan el número. Resultados de distintas investigaciones sugieren que el trastorno del lóbulo parietal inferior y el gyrus temporal inferior, ambos del lado izquierdo, están relacionados con una parte importante en la acalculia (Deus y Espert, 1996; Dehaene et al., 2004; Ranpura et al., 2013).

El predominio de la discalculia en la población escolar puede llegar al 5-6% (Shalev et al., 1998), una frecuencia similar a la de la dislexia y al Síndrome de Déficit Atencional con Hiperkinesia (SDAH) (Shalev et al., 1993). El predominio relativo de niñas con discalculia puede reflejar una vulnerabilidad mayor con relación a las influencias ambientales o mostrar una predisposición biológica.

En resumen, los actuales resultados obtenidos desde distintos enfoques de la Neurociencia están proporcionando un conocimiento cada vez más detallado sobre las bases innatas de la capacidad matemática humana y de la implicación de distintas áreas cerebrales en el procesamiento de la información numérica y del cálculo. Esta topografía cerebral, aunque incompleta todavía, permite afirmar que el sentido numérico se asocia en gran parte al lóbulo parietal. Además, se supone que la resolución de cualquier tarea aritmética, por simple que sea, no supone la activación de una única área cerebral, sino la participación de varios circuitos que constituyen el sustrato neuronal de los distintos procesos cognitivos elementales que conforman esa tarea. Se está todavía muy lejos de saber qué sucede en el cerebro cuando se resuelve una tarea matemática compleja, propia de niveles académicos superiores.

Trabajos previos han abordado el tema acerca de cómo los niños en el nivel preescolar desarrollan su pensamiento lógico-matemático (Gutiérrez, 1999) o cómo influye el medio ambiente y social de la escuela en la adquisición de las nociones lógico-matemáticas (Sandia, 2002).

En este trabajo nos propusimos analizar la relación entre el desarrollo del esquema corporal y el aprendizaje de las matemáticas, y cómo esta relación puede repercutir sobre las

habilidades matemáticas en niños escolarizados. El objetivo general de esta investigación es demostrar la relación entre el desarrollo de la noción de espacio, la lateralidad y el espacio corporal y su repercusión en la adquisición y uso de nociones matemáticas, en niños de Nivel Primario. Se pretende demostrar como el atraso o la presencia de dificultades en la adquisición del esquema corporal, a través de la evaluación de la noción de espacio, la lateralidad y el espacio corporal, repercute en las habilidades y logros matemáticos.

Dehaene (1997) presenta datos que apoyan esta idea de la existencia de una relación entre números y espacio. Por ejemplo: a) las personas tienden a representar mentalmente los números enteros en una línea recta orientada de izquierda a derecha y esto desempeña un papel importante en la intuición numérica, y b) existe una fuerte correlación entre el talento matemático y las habilidades espaciales. De esta relación infiere que la región parietal inferior alberga circuitos neurales dedicados a la representación de información espacial continua, que resulta adecuada para la codificación de la "línea numérica", término utilizado por Dehaene para designar la forma en que el cerebro humano se representa los números naturales: éstos no se tratan como símbolos, sino como cantidades que se representan en una línea.

Material y Método

Las pruebas seleccionadas para este estudio tuvieron como objetivo evaluar, por un lado, los aspectos esenciales de las diversas competencias puestas en marcha para el tratamiento del cálculo y el número (Feld et al., 1998; Tallis y Soprano, 1999), y por el otro, el grado de desarrollo del esquema corporal, a través de la evaluación de la noción de espacio, la lateralidad y del dibujo de la figura humana.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron procedimientos capaces de mostrar el proceso de adquisición de las capacidades aritméticas y el nivel estructural alcanzado en relación con el conjunto de operaciones mentales que implican el número, teniendo en cuenta lo esperable para cada franja etaria de la muestra seleccionada y atendiendo a sus propios lineamientos curriculares en el aprendizaje de las matemáticas. En consecuencia, las situaciones problemáticas se elaboraron con la intervención de los docentes de cada curso.

1. Población y muestra de estudio

Para esta investigación se seleccionó una muestra disponible

de una población de niños y niñas, de edades comprendidas entre 6 y 12 años, pertenecientes a la Escuela Común, Nivel Primario, del Colegio Ward (Villa Sarmiento, Partido de La Matanza, Provincia de Buenos Aires, Argentina).

El grupo de participantes del estudio estuvo conformado por cuarenta y seis niños y niñas (**Tablas II y III**), cuyas familias están ubicadas en el nivel socioeconómico medio o medio-alto. De cada año escolar la muestra se seleccionó de forma aleatoria (sin distinguir entre varones y mujeres) a partir de los listados de alumnos facilitados por los docentes de cada año escolar.

Tabla II. Alumnos de Nivel Primario (N= 46) evaluados en el presente estudio distribuidos por año escolar en curso.

Grado	Número de alumnos	Porcentaje (%)
1º	6	13
2º	10	21
3º	8	17
4º	9	20
5º	4	9
6º	9	20

Tabla III. Detalle de la muestra utilizada para el trabajo de investigación (N= 46 alumnos) por edades.

Edad (años)	Cantidad Niñas	Cantidad Niños	Cantidad Total
6	1	4	5
7	3	3	6
8	3	7	10
9	7	5	12
10	2	-	2
11	5	4	9
12	-	2	2
Totales	21	25	46

Las pruebas se realizaron, con la debida autorización de las Autoridades y Equipo Pedagógico del Colegio Ward, en grados pertenecientes a la Escuela Común, del turno mañana. También, las familias de los estudiantes que formaron parte de la muestra fueron informadas.

2. Instrumento para la evaluación de las capacidades matemáticas

En la prueba diagnóstica se incluyeron once ítems, siguiendo a Feld y cols. (1998) y contenidos curriculares propios de cada año lectivo (**Tabla IV**).

Tabla IV. Ítems considerados para la realización de la prueba diagnóstica de las capacidades matemáticas en niños y niñas de 6 a 12 años.

Prueba	Ítem	Descripción
1. Numeración	1.1 Enumeración	Contar el número de elementos de un conjunto discreto es una actividad fundamental entre los mecanismos subyacentes, en la que es necesario manejar la secuencia verbal de los números, establecer una relación entre secuencia verbal y conjunto y realizar la producción término a término gnósico-práxica y verbal, demandando una organización que evita la <u>repetición y el error.</u>
	1.2 Contar en forma inversa	Recitar en inversión la secuencia de números constituye un conocimiento <u>necesario para la operación de sustracción.</u>
	1.3 Dictado de números	De acuerdo a la estructura y a la longitud del número se pone de manifiesto el nivel de conocimiento del sistema numérico y el manejo del <u>cero intercalar.</u>
	1.4 Cálculo mental oral	Este ítem fue seleccionado teniendo en cuenta los factores de dificultad esperables para cada franja etaria, el valor del resultado, el orden en el que se proponen los números dentro de la operación; el número de palabras que propone el enunciado, que permite determinar los posibles <u>predictores de rendimiento.</u>
	1.5 Lectura de números	Conservan la misma estructura que los presentados en la operación de transcodificación en sentido inverso, lo que permite comparar el nivel de desempeño de ambas, teniendo en cuenta la semejanza en el tipo de material, así se puede determinar la direccionalidad de un factor de <u>dificultad y entender su significación</u>
	1.6 Comparación de dos números en el código oral	Permite evaluar la comprensión de los números lo que supone un mecanismo que opera sobre las representaciones semánticas abstractas <u>de dos números.</u>
	1.7 Determinación de cantidad	Establece el nivel de conocimiento numérico en relación con su dimensión, se colocan números en forma azarosa con niveles de dificultad por las <u>nociones de cantidad y por las relaciones espaciales.</u>
	1.8 Detección del número correcto	A partir de un número enunciado oralmente, se determina su nivel de conocimiento respecto de su representación gráfica en una matriz numérica.
	1.9 Transcodificación del código alfabético al digital	Se proponen cinco números de variado nivel de dificultad escritos alfabéticamente, el niño deberá realizar su transcripción digital.
2. Operaciones	2.1 Cálculo	Este ítem fue seleccionado teniendo en cuenta los factores de dificultad esperables para cada franja etaria, el valor del resultado, el orden en el que se proponen los números dentro de la operación; el número de palabras que propone el enunciado, que permite determinar los posibles <u>predictores de rendimiento.</u>
3. Situaciones Problemáticas	3.1 Resolución de problemas aritméticos	Se proponen problemas a partir de factores de dificultad que consideran operaciones de combinación, cambio y comparación, donde la naturaleza de la operación a efectuar es una adición o una sustracción o la combinación de ambas –en los grados inferiores– y multiplicación y división –para los grados superiores– con teniendo en cuenta la incógnita a resolver.

Se desarrollaron tres Protocolos de Adquisición del Número: a) para el Docente -referencia y guía que utilizó el docente del aula para administrar la prueba-; b) para el Alumno -el material que se entregó a cada alumno para la realización de las pruebas diagnósticas-, y c) de Evaluación -planilla donde el docente volcó los datos recolectados en las pruebas. Cabe aclarar que las pruebas administradas fueron adaptadas para la edad cronológica consideradas en este estudio, esto es, entre 6 y 12 años. Las situaciones problemáticas ensayadas, estaban de acuerdo a los contenidos curriculares, acordes con los años en que cursan los alumnos.

3. Instrumentos para la evaluación del esquema corporal

La evaluación del esquema corporal se realizó a partir de: a) el "Test Orientación Derecha-Izquierda Piaget-Head" para evaluar la adquisición de la noción de espacio y de la lateralidad; esta prueba permite estudiar el esquema corporal lateralizado, la posibilidad que poseen los niños para orientarse en el espacio, y el reconocimiento de las coordenadas espaciales izquierda-derecha, y b) el dibujos de la figura humana, cuya lista de ítems fueron derivados del sistema de evaluación de Goodenough-Harris y de Koppitz (2002), teniendo en cuenta la edad cronológica y los ítems que debieron cumplimentar.

Las pruebas fueron comunes a los seis años educativos, con 5 pruebas que contenían cada una varias rutinas, adicionándose más rutinas en cada prueba para niños/as en 4^{to} a 6^{to} año (segundo ciclo).

4. Análisis de los datos

Para cada niño se evaluó su desempeño en las distintas pruebas matemáticas y, por otro lado, el desarrollo del esquema corporal. Se tabularon los resultados y se obtuvo el porcentaje (%) de logro en cada uno de estos ítems. A continuación se estimó el promedio para cada alumno con respecto a: a) *logros matemáticos* (numeración, operaciones y situaciones problemáticas) y b) *desarrollo del esquema corporal* (noción de espacio, lateralidad y dibujos de la figura humana).

5. Análisis estadístico

La relación entre ambas variables cuantitativas se analizó

a partir del Coeficiente de Correlación y del Análisis de Regresión (Milton y Tsokos, 2001).

La cuantificación de la fuerza de la relación entre las variables cuantitativas, se estudió por medio del cálculo del Coeficiente de Correlación de Pearson (r). Dicho coeficiente oscila entre -1 y $+1$. Así, se plantearon dos hipótesis posibles ($P < 0,05$): $H_0: r_{xy} = 0$, el coeficiente de correlación obtenido procede de una población cuya correlación es cero, y $H_a: r_{xy} \neq 0$, el coeficiente de correlación obtenido procede de una población cuyo coeficiente de correlación es distinto de cero. Con la estimación del Coeficiente de Determinación (R^2) se buscó determinar el porcentaje de la variabilidad de los datos que se explica por la asociación entre las dos variables en estudio. En otras palabras, informa sobre el grado de influencia cuantificando el porcentaje de varianza de la variable dependiente que es explicada por los predictores.

A fin de lograr una mejor interpretación de los resultados, se utiliza R^2 como una medida de tamaño o magnitud del efecto (ME) (Ferguson, 2009). Se han establecido algunos puntos de corte para calificarla: 0,02; 0,13 y 0,26, para pequeño, mediano, y grande, respectivamente (Ellis, 2010).

El Análisis de Regresión Lineal es un procedimiento que permitió encontrar la ecuación de la recta que mejor se ajustó al conjunto de puntos. Así, este modelo matemático permitió estimar el efecto de una variable sobre otra.

Las pruebas estadísticas se realizaron con el paquete estadístico Sigma-Stat 3.5 (Systat Software, Inc., Germany, 2006).

Resultados

Para analizar el grado de relación de las variables agrupadas Logros Matemáticos (LogMat) vs Desarrollo del Esquema Corporal (EsqCor) se obtuvieron los resultados del análisis de la correlación lineal, utilizando el coeficiente de Pearson y la regresión lineal (**Tabla V**) con su respectivo gráfico de regresión (**Fig. 2**).

Tabla V. Resultados del coeficiente de correlación y del análisis de regresión lineal de Logros Matemáticos (LogMat) vs Desarrollo del Esquema Corporal (EsqCor)

Ecuación de regresión	N	r	R ²	Adj R ²	Error estándar estimado	
LogMat = 31,62 + (0,55 * EsqCor)	46	0,54	0,29	0,27	14,58	
	Coeficiente		Error Std.		t	P
Constante	31,620		11,029		2,867	0,006
EsqCor	0,551		0,130		4,237	<0,001
Análisis de la Varianza						
	DF	SS	MS	F	P	
Regresión	1	3818,727	3818,727	17,956	<0,001	
Residual	44	9357,797	212,677	--	--	
Total	45	13176,524	292,812	--	--	
Prueba de Normalidad			SI	(P = 0,272)		
Prueba constancia de la varianza			SI (P = 0,340)			
Potencia de la prueba realizada con alfa = 0,05			0,977			

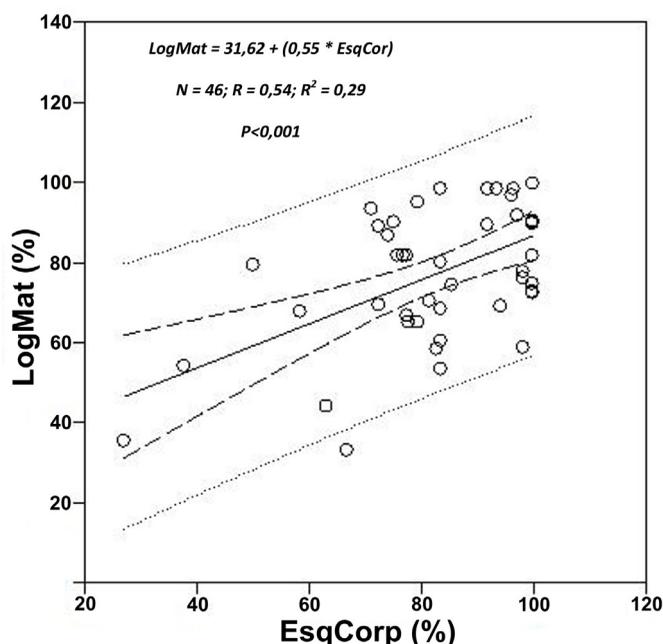


Figura 2. Regresión lineal de Logros Matemáticos (LogMat, % de logro) vs Desarrollo del Esquema Corporal (EsqCorp, % de logro). En el gráfico se muestran los respectivos intervalos de confianza y de predicción, en niños de edad escolar entre 6 y 12 años.

En la Figura 2 se observa una nube de puntos alargada y ascendente, mostrando una correlación positiva ($r = 0,54$), que podemos considerar de “fuerza de asociación” media. Al analizar la ecuación de regresión lineal, se comprueba

que: a) “a” (ordenada al origen, intercepción) = 31,62 \Rightarrow es el punto donde la recta corta el eje vertical, es decir, el porcentaje del rendimiento matemático del niño cuando el porcentaje de desarrollo del esquema corporal es cero;

pero en esta investigación no tiene interpretación práctica por tratarse de un estudio observacional de campo, y b) “b” (pendiente) = 0,55 \Rightarrow es positiva e indica que por cada unidad de aumento en el desarrollo del esquema corporal se espera un cambio de 0,55 % en las manifestaciones del rendimiento matemático.

Más interés tiene la interpretación del coeficiente de correlación en términos de proporción de variabilidad compartida o explicada, que ofrece una idea más cabal de la magnitud de la relación, a través del coeficiente de determinación (R^2). En nuestro estudio $R^2 = 0,29$, y representa la proporción de varianza compartida entre ambas variables. Puede interpretarse como que un 29% del logro matemático es debido al grado de desarrollo del esquema corporal -variabilidad explicada-, o bien, siendo más estrictos, que el desarrollo del esquema corporal y las habilidades matemáticas comparten un 29% de elementos, o lo que es lo mismo, ambas variables ponen en juego un 29% de habilidades comunes.

Además, el R^2 como una medida del tamaño del efecto indica que es grande ($> 0,26$).

En nuestra muestra, y en el rango de edades estudiado (6 a 12 años), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre sexos y entre las distintas edades, en cuanto a logros matemáticos y el desarrollo del esquema corporal.

Discusión

El estudio de las bases neurales del pensamiento matemático está aún en sus inicios y, posiblemente, en un futuro cercano, con el perfeccionamiento de las técnicas de neuroimágenes cerebrales, se pueda llegar a conocer mejor los factores que intervienen en el desarrollo de las habilidades matemáticas. A su vez, también permitirían conocer las causas de los trastornos en el aprendizaje y uso de las matemáticas, lo que puede suponer el principio de su solución.

En este estudio se propuso indagar la existencia de una relación entre las nociones corporales y de espacio con las capacidades matemáticas en niños de Primer y Segundo Ciclo de la Escuela Primaria. Se planteó si es posible establecer una relación entre el desarrollo en la construcción del esquema corporal, a través de la noción de espacio, la

lateralidad y del dibujo de la figura humana en niños/as, con respecto a los logros matemáticos esperable para cada franja etaria.

La cuestión de las operaciones del pensamiento lógico-matemático puede ser abordada por enfoques cognoscitivos y constructivistas, los cuales vienen desarrollándose desde la década de 1960. En la actualidad, dicho tema continúa siendo objeto de interés en el contexto del enfoque social aunado al constructivismo, basado en el desarrollo de competencias, dándole vigencia y pertinencia al estudio. En este sentido, la temática puede ser abordada desde una perspectiva en la cual el individuo es una construcción propia que se va produciendo como resultado de la interacción de sus disposiciones internas y su ambiente (Chadwick, 2001). Como ya se analizó en la Introducción, el esquema corporal está íntimamente relacionado con el desarrollo de la noción de espacio que desarrolla el niño, y comienza con el nacimiento y termina con la adquisición de la representación mental. Se construye a través del aprendizaje y la experiencia real, es decir, está sujeta a lo evolutivo y temporal.

Para el análisis del espacio corporal hemos tenido en cuenta los ítems evolutivos de Koppiz que son utilizados para evaluar en general la madurez mental de un niño. Las nociones espaciales reflejan sensaciones corporales y estados emocionales. A medida que el niño crece, surge la necesidad de establecer un orden y vínculos espaciales en sus representaciones.

Cuando el niño tiene conciencia de su propio cuerpo e imagen, coordina movimientos organizando su propio espacio, teniendo en cuenta posibles adaptaciones espaciales (obstáculos que obligan al niño reorganizarse constantemente) (Linares, 1989). Por ello, no se puede comprender la adquisición de un espacio coordinado sin referirnos a la evolución de la percepción del propio cuerpo. Se habla de estructuración espacial (Piaget, 1981; Da Fonseca, 1998) como la estructuración del mundo externo, que primeramente se relaciona con el “yo” y luego con otras personas y objetos tanto se hallen en situación estática como en movimiento. Se trata, por consiguiente, del conocimiento del mundo externo tomando como referencia el propio yo. De tal forma, la organización espacial que orienta y organiza las actividades del niño se halla íntimamente relacionada con el espacio corporal y el esquema corporal. Dado que no hay en el espacio direcciones objetivas, las nociones de derecha-izquierda, arriba-abajo, adelante-atrás, en el medio o al

lado, son atribuidas al espacio externo, sobre la base de actividades que se realizan con el propio cuerpo. El punto esencial del desarrollo general de la comprensión del espacio es la transición del sistema de cálculo (coordenadas) fijado en el propio cuerpo a un sistema con puntos de referencia libremente móviles.

En cuanto al conocimiento lógico-matemático, este se construye al relacionar las experiencias obtenidas en la manipulación de los objetos. De acuerdo a Piaget (1981), el conocimiento lógico-matemático “surge de una abstracción reflexiva”, ya que este conocimiento no es observable y es el niño quien lo construye en su mente a través de las relaciones con los objetos, desarrollándose siempre de lo más simple a lo más complejo, teniendo como particularidad que el conocimiento adquirido una vez procesado no se olvida, ya que la experiencia no proviene de los objetos sino de su acción sobre los mismos.

Por lo tanto, se deduce que el accionar sobre los objetos, los cuales están distribuidos en el espacio y en relación al cuerpo del niño, se va adquiriendo las nociones lógico-matemáticas básicas. De esta forma, se puede pensar que a medida que el niño opera sobre el ambiente y va construyendo su noción corporal y de espacio va adquiriendo las nociones básicas matemáticas (clasificación, seriación, etc.) que luego utilizará para establecer como base de las nuevas adquisiciones más complejas (noción de número, operaciones, etc.).

En esta investigación pusimos a prueba esta correlación entre el esquema corporal (noción de espacio + lateralidad + dibujos de la figura humana), y su grado de logro (si fueron o no adquiridas -según Piaget y Koppiz- para su edad cronológica), y el aprendizaje de las nociones y habilidades matemáticas. De acuerdo a nuestros resultados, si bien el valor de la correlación no es muy fuerte ($r = 0,54$) se puede concluir que a mayor desarrollo en cuanto al esquema corporal, mayor posibilidad a la apropiación de las nociones matemáticas.

Cuando se aplica el coeficiente de correlación, se considera que la correlación entre dos variables X e Y es positiva, en la medida que al aumentar una de ellas aumenta la otra, y es negativa si disminuye. Un valor de -1 o de +1 indican una relación lineal o línea recta negativa o positiva perfecta. Una correlación próxima a cero indica que no hay relación lineal

entre las dos variables.

En Psicología, Pedagogía y en otras Ciencias Sociales y Humanísticas es difícil que esta relación sea fuertemente exacta, o muy cerca de ella, como es frecuente en las Ciencias Naturales donde los fenómenos se ajustan a leyes conocidas. En los fenómenos humanos, fuertemente cargados de componentes aleatorios, no suelen ser posible establecer relaciones funcionales exactas ($r = 1$) o que se acerquen a ellas. Dado un cierto valor en la variable X no se encontrará uno y solo un único valor en la variable Y.

Ahora bien, la correlación media o elevada y estadísticamente significativa no tiene por qué asociarse sí o sí a causalidad. La causalidad es un juicio de valor que requiere más información que un simple valor cuantitativo de un coeficiente de correlación o una ecuación de regresión (Pita Fernández, 1996). Cuando objetivamos que dos variables están correlacionadas diversas razones pueden ser la causa de dicha correlación: a) puede que X inflencie o cause Y, b) puede que Y inflencie o cause X, c) X e Y pueden estar influenciadas por terceras variables que hace que se modifiquen ambas a la vez. En sentido estricto, correlación entre dos variables tan solo significa que ambas variables comparten información, que comparten variabilidad. Determinar el origen de la información, la fuente de la variabilidad -la causa- es una cuestión que no puede resolverse mediante recursos exclusivamente matemáticos. En los denominados estudios de campo, como el presente, donde el investigador ha de conformarse con los valores de las variables tal como vienen asignados (edad, sexo, nivel escolar, etc.) la determinación de las causas exige un proceso algo más complicado que en los experimentales. Son en estos casos, el conocimiento que tengamos de la materia en cuestión, la lógica, ciertas dosis de sentido común las claves a considerar. Puede darse el caso de dos variables que estén relacionadas sin que haya una relación directa de una sobre la otra, sino debido al influjo de una tercera variable. Se concluye, pues, que correlación entre dos variables no implica necesariamente causalidad entre ambas.

En nuestro caso, si relacionamos grado de desarrollo del esquema corporal con los logros matemáticos obtenemos mayores habilidades matemáticas a mayor desarrollo de la noción de espacio + lateralidad + espacio corporal

(dibujos de la figura humana), pero será prácticamente imposible saber con exactitud la puntuación que obtendrá un sujeto para unos logros de esquema corporal determinados. Nuestros datos muestran que para un mismo valor de logro matemático existen diferentes posibles valores en desarrollo del esquema corporal. Se trata de una correlación positiva pero no perfecta. Este conjunto de puntos -diagrama de dispersión o nube de puntos- permite conocer la naturaleza de la relación entre las dos variables de estudio. Como la nube apunta a una recta y es ascendente, se obtiene un coeficiente lineal de Pearson positivo. El espesor de la nube da una cierta idea de la magnitud de la correlación, que en este caso al no ser muy estrecha hay un cierto margen de variación en Y para los valores de X.

El coeficiente de determinación ($R^2 = 0,29$) nos indica que el 29% de la variabilidad en el logro de habilidades matemáticas se explica por el desarrollo del esquema corporal del niño. Por cierto, un valor nada despreciable. Por lo tanto, existirían otras variables que modificarían y explicarían la variabilidad del rendimiento matemático de estos niños. En un futuro, la introducción de más variables con técnicas de análisis multivariado seguramente permitirá identificar la importancia que otras variables pueden tener sobre los logros matemáticos.

A partir del conocimiento físico el niño incorpora conceptos de espacio extrapersonal, lateralidad, direccionalidad, espacio corporal, etc. y va organizando su sistema cognitivo incorporando esquemas y estructuras sobre los que se asienta y desarrolla el conocimiento lógico-matemático. Así, hay que señalar que, siguiendo a Piaget, el razonamiento lógico-matemático no puede ser enseñado, si no que a medida que el niño tiene contacto con los objetos del medio (conocimiento físico) y comparte sus experiencias con otras personas (conocimiento social), mejor será la estructuración del conocimiento lógico-matemático.

A pesar que los estudios clásicos han mostrado una ventaja en los niños con respecto a las habilidades matemáticas (Benbow y Stanley, 1980; Benbow et al., 2000), en nuestro estudio no hemos detectado diferencias entre chicos y chicas en la adquisición de habilidades matemáticas y la adquisición de su esquema corporal. En concordancia con nuestros resultados, la relación entre cantidad de niños y niñas en la discalculia que han sido reportados no es

consistente (Badian, 1999; Devine et al., 2013).

Conclusiones

El desarrollo cognitivo de las habilidades matemáticas pueden ocurrir a partir de la reestructuración de las estructuras cognitivas internas del aprendiz, de sus esquemas y estructuras mentales obtenidas a partir de la adquisición de la noción de espacio, de la lateralidad y del espacio corporal, de tal forma que al final de un proceso de aprendizaje deben aparecer nuevos esquemas y estructuras como una nueva forma de equilibrio.

Los resultados de esta investigación permiten conocer un poco más acerca de una parte importante del desarrollo psicomotor de los niños, que es el desarrollo del pensamiento lógico-matemático y el de las habilidades matemáticas y del cálculo en relación al desarrollo del esquema corporal, a partir de las adquisiciones de las noción de espacio, lateralidad y representación de la figura humana.

El conocimiento lógico-matemático surge de una abstracción reflexiva (Maldonado y Francia, 1996). Este proceso interno no es observable y es el niño quien lo construye en su mente a través de las relaciones con el espacio y los objetos, desarrollándose siempre de lo más simple a lo más complejo. Este conocimiento adquirido tiene como particularidad que una vez procesado no se olvida, ya que la experiencia no proviene del espacio y de los objetos sino de su acción sobre los mismos. De allí que este conocimiento posea características propias que lo diferencian de otros conocimientos.

Las nociones de espacio en el niño, que como en el caso del esquema corporal, constituyen una representación, son construidas por medio de las acciones motoras, más tarde acciones interiorizadas que se convierten en sistemas representativos y llegan a organizarse en operaciones. En los niños en edad preescolar son únicamente las acciones motoras directas las que al satisfacer las necesidades exploratorias, brindan las primeras representaciones espaciales que pertenecen a la organización del espacio topológico. Se puede decir que la adquisición y desarrollo del esquema corporal (noción de espacio físico y corporal, lateralidad y dibujos de la figura humana) repercutirá de manera directamente proporcional al aprendizaje y habilidades de las nociones matemáticas.

Como se sabe, la adquisición de las nociones matemáticas y su posterior utilización son una de las mayores dificultades de los niños durante la etapa escolar. Los resultados de esta investigación proponen conocer más acerca de los factores que intervienen en la adquisición de las habilidades matemáticas, en especial referencia con el desarrollo del esquema corporal en los niños.

Así, el desarrollo de la noción de espacio (físico y corporal) y la estructuración del esquema corporal constituyen uno de los marcos lógico-matemáticos fundamentales, que ha de servir para estructurar el futuro pensamiento abstracto-formal del niño. Al confirmar nuestra hipótesis planteada, resulta necesario el conocimiento de tal proceso por parte de los docentes que atienden a grupos de niños en sus primeros años de vida escolar. Es el docente el que deberá tener en cuenta una adecuada selección de estrategias de enseñanza y de actividades de aprendizaje que fomenten el desarrollo de la noción de espacio, lateralidad y espacio corporal que garanticen, a futuro, la comprensión de los principios fundamentales de las matemáticas.

Consideramos que si se demuestra que cualquier alteración (retraso o trastorno) en el desarrollo de las capacidades mencionadas repercuten en el aprendizaje de las matemáticas, podrán establecerse formas de diagnosticar dichas alteraciones y tratar de corregirlas para ayudar a los niños a adquirir y desarrollar las capacidades del número y del cálculo.

Recomendaciones

Las investigaciones sobre el aprendizaje de la matemática muestran preocupación acerca de los procesos en los cuales la escuela debe hacer énfasis y recomiendan que el docente actual rompa con los esquemas didácticos basados en la mecanización y en la memorización del aprendizaje porque no son pertinentes para la época presente. Por eso, se requiere en el sistema escolar de un docente facilitador, especialmente en los primeros años de escolarización, dedicado a promover actividades de aprendizaje en función de las necesidades e intereses del niño, que debe incluir el desarrollo y reafirmación del esquema corporal.

Otro elemento que tiene que ver con el contexto del problema es la preocupación mundial y actual acerca de teorías cognoscitivas que explican los procesos del pensamiento

lógico-matemático y que son objeto de estudio de muchos investigadores. La actual enseñanza de la matemática ha incorporado un enfoque que promueve el aprendizaje activo e interactivo por parte del alumno. Desde este enfoque, el aprendizaje no consiste en un proceso sencillo de transmisión y acumulación del conocimiento matemático sino que es producto de un esfuerzo del niño por desarrollar competencias matemáticas a través de la interacción con el medio, con su espacio físico, y de esta manera aprende cómo puede organizar la información que le facilitará su aprendizaje futuro.

Para poder desarrollar los conocimientos físico, social y lógico-matemático en la etapa de educación infantil, hay diversas estrategias de actuación que indican cómo se pueden planificar actividades psicomotoras y cognitivas para conseguir de una forma adecuada estos conocimientos. En la escuela se puede evidenciar que los docentes no plantean estrategias en las cuales el niño presente un dominio de las nociones espaciales.

En consecuencia, a partir de lo expuesto en la Introducción y de las conclusiones obtenidas desde este trabajo, nosotros consideramos que antes de introducir a los niños/as en los conceptos lógico-matemáticos es necesario asegurarse de que han desarrollado determinadas habilidades, que servirán de andamiaje al conocimiento matemático (**Tabla VI**).

Es por ello que desde la situación actual teniendo en cuenta los procesos de enseñanza y aprendizaje de la noción de espacio y lateralidad es una de las grandes dificultades que se presenta a la hora de enseñar por parte de los docentes ya que dan por hecho que los niños en edad preescolar previamente han adquirido estas nociones y por ello no las desarrollan, ya que para los docentes la noción de espacio es adquirida en forma espontánea con conceptos como (arriba-abajo, adelante-atrás) mas no les permiten adquirir conocimientos acerca de su entorno y su organización espacial.

Tabla VI. Detalle de las habilidades espaciales-corporales que servirán de andamiaje al conocimiento matemático y el desarrollo de los conceptos lógico-matemáticos en niños.

Habilidades	Aspectos sobresalientes
Percepción	A partir de sus sensaciones, el niño toma contacto e interpreta al mundo exterior.
Orientación espacial y temporal	La noción espacial ocurre cuando el niño establece una relación entre su cuerpo y el medio físico. Ambas nociones son indispensables para no presentar problemas en su aprendizaje.
Lateralidad	Hace referencia a la preferencia espontánea en el uso de estructuras corporales situadas al lado derecho o izquierdo del cuerpo. Esto es muy importante para desarrollar diferentes actividades, incluyendo el ordenamiento y lectura de los números y cantidades.
Coordinación viso-motora	Es la integración entre los movimientos del cuerpo (globales y específicos) y la visión. Aquellos niños que no logren coordinar el movimiento de los ojos con el de las manos, tendrán problemas en las actividades que tienen que ver con la coordinación viso-motora (ojo-mano).
Esquema corporal	Es el conocimiento que los niños deben de tener sobre su espacio e imagen corporal (partes del cuerpo, movimientos, posturas y actitudes). Cuando no poseen esta habilidad tienen graves problemas para orientarse espacial y temporalmente. Por ej.: mal manejo del espacio en la hoja y del ordenamiento numérico o problemas geométricos.

Pero por otro lado, la evolución en el modo de ver el espacio es muy personal y responde a niveles de maduración que no pueden ser forzados. De nada sirve proponer desde la visión del adulto determinadas soluciones espaciales, pues estas, para que sean significativas para los niños, tienen que partir de descubrimientos personales. Por consiguiente, hay que ayudar a los niños a ampliar la conciencia en relación al espacio circundante y de su propio esquema corporal con actividades físicas-motoras y juegos que les resulten afectivamente atractivos y los confronten con desafíos diversos.

De esta forma, consideramos que esta investigación es de interés epistemológico y metodológico vinculada al área de la enseñanza de las matemáticas, y se espera que a partir de sus resultados y su ampliación, poder elaborar nuevas estrategias y la posibilidad de transferir estos conocimientos a la Comunidad Educativa.

Agradecimiento

Trabajo realizado y financiado en el marco del proyecto Cód. 05-001/12, de la Universidad de Morón (Buenos Aires, Argentina). Los autores de este trabajo desean agradecer a las Autoridades del Colegio Ward (Buenos Aires, Argentina) y a la Lic. Cristina Cordon Larios por la colaboración en la preparación del trabajo de investigación y por la lectura crítica del manuscrito. Parte de los resultados de este artículo fueron presentados en: Catrambone, AR y CO Cervino. *La adquisición de habilidades matemáticas en relación con el desarrollo del esquema corporal y la noción de espacio en niños*. IV Jornadas de Ciencia y Tecnología UM2012, organizado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad de Morón. Agosto 2012. Morón, Argentina.

Referencias Bibliográficas

- Alonso, D., & Fuentes, L.J. (2001). Mecanismos cerebrales del pensamiento matemático. *Rev Neurol*, 33, 568-576.
- Badian, N. (1999). Persistent arithmetic, reading, or arithmetic and reading disability. *Annals of Dyslexia*, 49, 43-70.
- Benbow, C.P., Lubinski, D., Shea, D.L., & Eftekhari-Sanjari, H. (2000). Sex differences in mathematical reasoning ability at age 13: their status 20 years later. *Psychological Science*, 11 (6), 474-480.
- Benbow, C.P., & Stanley, J.C. (1980). Sex differences in mathematical ability: fact or artifact? *Science, New Series*, 210 (4475), 1262-1264.
- Butterworth, B. (1999). *The mathematical brain*. London: MacMillan.
- Castro, J. (2004). El desarrollo de la noción de espacio en el niño de Educación Inicial. *Acción Pedagógica*, 13 (2), 162-170.
- Cervino, C.O. (2007). El procesamiento matemático cerebral. *Boletín Matemático (UM)*, 14, 25-38.
- Cervino, C.O. (2017). *Neurociencia: cerebro, mente y conducta*. Morón: Editorial Praia.
- Chadwick, C.B. (2001). La psicología de aprendizaje del enfoque constructivista. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, XXI(4), 111-126.
- Da Fonseca, V. (1998). *Manual de observación psicomotriz*. Barcelona: Editorial INDE.
- Dehaene, S., Tzourio, N., Frak, V., Raynaud, L., Cohen, L., Mehler, J., & Mazoyer, B. (1996). Cerebral activations during number multiplication and comparison: a PET study. *Neuropsychologia*, 34(11), 1097-1106.
- Dehaene, S., Molko, N., Cohen, L., & Wilson, A.J. (2004). Arithmetic and the brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 14, 218-224.
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44, 1-42.
- Dehaene, S. (1997). *The number sense: how the mind creates mathematics*. New York: Oxford University Press.
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Math. Cognit.*, 1, 83-120.
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology*, 20, 487-506.
- Deus, J., & Espert, R. (1996). Síndrome de Gerstmann: perspectiva actual. *Psicología Conductual*, 4(3), 417-436.
- Devine, A., Soltész, F., Nobes, A., Goswami, U., & Szűcs, D. (2013). Gender differences in developmental dyscalculia depend on diagnostic criteria. *Learning and Instruction*, 27, 31-39.
- Ellis, P. (2010). *The essential guide to effect sizes: Statistical power, meta-analysis, and the interpretation of research results*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Feld, V., Taussik, I., Azaretto, C., Val, M., Díaz, A., Cavallero, M.A., & Rodríguez, M. (1998). *Un enfoque neuropsicológico acerca del procesamiento del número en niños en edad escolar*. En V. Feld y M. Rodríguez (Eds.), *Neuropsicología del Niño* (247-277). Luján: Universidad Nacional de Luján.
- Ferguson, C. J. (2009). An effect size primer: A guide for clinicians and researchers. *Professional Psychology: Research and Practice*, 40(5), 532 -538.
- Gutiérrez B, D. (1999). El niño de preescolar y el pensamiento lógico-matemático: ¿cómo son sus procesos de apropiación? Recuperado de: <http://investigacion.ve.tripod.com/page1.html>
- Kandel, E., Schwartz, J., & Jessell, T. (1997). *Neurociencia y Conducta*. Madrid: Prentice-Hall.
- Koppitz, E.M. (2002). *El dibujo de la figura humana en los niños* (12ª ed.). Buenos Aires: Guadalupe.
- Le Boulch, J. (1982). *Hacia una ciencia del movimiento*

humano. Buenos Aires: Paidós.

- Linares, P. (1989). *Expresión corporal y desarrollo psicomotor*. Málaga: Colección Unisport, Junta de Andalucía.
- Maldonado, J., & Francia, A. (1996). *Desarrollo del pensamiento lógico-matemático en la edad preescolar. Manual para maestros*. Maracay: Universidad Pedagógica Experimental Libertador, FUNDIPMAR.
- Milton, J.S., & Tsokos, J.O. (2001). *Estadística para biología y ciencias de la salud*. Madrid: Interamericana McGraw Hill.
- Piaget, J. (1948). *La representation de l'espace dans l'enfant*. París : Presse Universitaire.
- Piaget, J. (1952). *The child's conception of number*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Piaget, J. (1981). *El desarrollo mental del niño, en: seis estudios de psicología*. Barcelona: Ed. Ariel.
- Pita Fernández S. (1996). Correlación frente a causalidad. *JANO*, 1174, 59-60.
- Posner, M.I., Petersen, S.E., Fox, P.T., & Raichle, M.E. (1988). Localization of cognitive operations in the human brain. *Science*, 240, 1627-1631.
- Ranpura, A., Isaacs, E., Edmonds, C., Rogers, M., Lanigan, J., Singhal, A., Clayden, J., Clark, C., & Butterworth, B. (2013). Developmental Trajectories of Grey and White Matter in Dyscalculia. *Trends in Neuroscience and Education*, 2(2), 56-64.
- Rigal, R. (1987). *La lateralidad. Motricidad Humana*. Madrid: Augusto E. Pila Teleña.
- Rodríguez, M., & Feld, V. (1998). *Síndrome de heminegligencia atencional en la infancia*. En V. Feld y M. Rodríguez (Eds.), *Neuropsicología Infantil* (279-291). Luján: Univ. Nac. de Luján.
- Roland, P.E., & Friberg, L. (1985). Localization of cortical areas activated by thinking. *J Neurophysiol*, 53, 1219-1243.
- Rueckert, L., Lange, N., Partiot, A., Appollonio, I., Litvar, I., Le Bihan, D. et al. (1996). Visualizing cortical activation during mental calculation with functional MRI. *Neuroimagen*, 3, 97-103.
- Sandia, L.D. (2002). La mediación de las nociones lógico-matemáticas en la edad preescolar. *Rev. Ped [online]*, 23 (66), 7-40.
- Serra-Grabulosa, J.M., Adan, A., Pérez-Pàmies, M., Lachica, J., & Membrives, S. (2010). Bases neurales del procesamiento numérico y del cálculo. *Rev Neurol*, 50, 39-46.
- Shalev, R.S., Manor, O., Auerbach, J., & Gross-Tsur, V. (1998). Persistence of developmental dyscalculia: What counts? *J Pediatr*, 133, 358-362.
- Shalev, R.S., Manor, O., & Gross-Tsur, V. (1993). The acquisition of arithmetic in normal children: Assessment by a cognitive model of dyscalculia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 35(7), 593-601.
- Shalev, R. (2004). Developmental Dyscalculia. *J Child Neurology* 19(10), 765-771.
- Starkey, P., & Cooper, R.G. (1980). Perception of numbers by human infants. *Science*, 210, 103-135.
- Tallis, J. & Soprano, A. (1999). *Neuropediatría. Neuropsicología y aprendizaje (4ta edición)*. Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión.
- Vigotsky, L.S. (1987). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: Ed. Pléyade.
- Winn, K. (1992). Addition and subtraction by human infants. *Nature*, 358, 749-750.
- Xu, F., & Carey, S. (1996). Infants' metaphysics: The case of numerical identity. *Cogn Psychol*, 30, 111-153.
- Zazzo, R. 1976. *Manual para el examen psicológico del niño*. Madrid: Técnicas Gráficas Las Matas.