

## ***Cerebro y Matemáticas: El Movimiento la clave del aprendizaje***

---

**Juan Carlos Muñoz**  
**duendelib@hotmail.com**

Estudiante de Licenciatura en Matemáticas Y Física  
Universidad Tecnológica de Pereira

**Carlos Andrés Gil Vargas**  
**Cangil60@hotmail.com**

Estudiante de Licenciatura en Matemáticas Y Física  
Universidad Tecnológica de Pereira

---

La enseñanza de las matemáticas se ha cuestionado bastante, sobre todo en el ámbito escolar. Dentro de la pedagogía y la didáctica, la discusión se ha llevado al cómo se enseña y a los problemas de aprendizaje. Nos hemos encontrado con gran variedad de factores que aparecen en los colegios, tales como: hiperactividad, Dislexia, Disgrafía, Déficit de Atención, entre otros. Frente a esto, los docentes han buscado diferentes estrategias para poder transmitir a sus estudiantes los contenidos de los programas de matemáticas.

En esta labor las herramientas de aula son poco conocidas; sin embargo para nuestro medio ha sido desconocido un factor, el cual, gracias a la neurología, neuropedagogía y ciencias afines, se está estudiando el movimiento como factor de aprendizaje. ¿Qué tipo de movimiento?, ¿Cómo se aplica en el aula de clase? Son algunos de los aspectos que se explicarán.

La mayor evidencia de la actividad del sistema nervioso humano es el movimiento. Los temblores, la parálisis, la ataxia, la dificultad en el habla y el control muscular pobre, son generalmente manifestaciones de lesiones o de trastornos de la función cerebral y de otras partes del sistema nervioso. Esta conexión cuerpo-cerebro no se ha tenido en cuenta para un proceso de aprendizaje. Históricamente, el problema del aprendizaje es uno de los campos más avanzados de la psicología básica, debido a la influencia de dos grandes figuras: Iván Pavlov (pionero en condicionamiento clásico) y Edward Thorndike (pionero en condicionamiento instrumental), áreas que se concentran en los procesos del aprendizaje y memoria, en contraposición a los factores innatos, presentes en el comportamiento animal y humano.

De acuerdo con el avance en las teorías –o tal vez por ese mismo desarrollo- no hay consensos científicos sobre el significado de los problemas de aprendizaje. Por

consiguiente su definición es bastante fluctuante. Por ejemplo, hay términos encontrados respecto a lo que se puede definir como "normal".

En todo caso, la ciencia ha avanzado al considerar que existen ciertos patrones que pueden definirse como normales. El relacionar la edad con ciertas actividades físicas o mentales es uno de los caminos. Así, se sabe que un bebé debe fijar la atención en objetos del tamaño de una moneda entre los 4 y los 6 meses de edad, si lo hace después de esa edad puede significar que tiene dificultades para aprender, si lo hace más temprano, podría indicar precocidad. En ese mismo sentido, los estándares de inteligencia (como los coeficientes de inteligencia) están siendo aceptados como métodos de evaluación por la psicología y la medicina.

Gracias a los estudios hechos en Norteamérica y Europa en niños con problemas de aprendizaje, y con académicos como el doctor Paúl Dennison, Gail Dennison creadores de Brain Gym, Mariane Frostig creadora del método Frostig de aprendizaje, se dieron los primeros pasos hacia la investigación de nuevas alternativas para mejorar las capacidades de aprendizaje, recurriendo al movimiento como una herramienta que estimula conexiones neuronales para una mejor disposición en una determinada situación de aprendizaje.

Estudiando los elementos que componen estas teorías nos dimos a la tarea de crear un protocolo, entendiendo por esto un plan de ejercicios, los cuales están destinados a desarrollar habilidades específicas para una mejor disposición por parte de los estudiantes a la hora de empezar la clase de matemáticas.

Los estudios realizados y los movimientos que pueden favorecer conexiones neuronales que normalmente no se presentan dentro de otras actividades y que favorece al mejoramiento de la concentración, capacidad de memoria, problemas de hiperactividad, entre otros, se han compilado en un programa llamado BRAIN GYM®.

El grupo de trabajo se dio a la tarea de organizar ciertos ejercicios del Brain Gym para aplicarlos al proceso de aprendizaje en el área de las matemáticas en el grado sexto. Para estudiar el rendimiento académico en esta disciplina durante 16 semanas.

RUTINAS DE GIMNASIA CEREBRAL PARA EL AREA DE MATEMATICAS					
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
EJERCICIOS	Vaso con agua	Vaso con agua	Vaso con agua	Vaso con agua	Vaso con agua
	Botones del cerebro	Botones del cerebro	Botones del cerebro	Botones del cerebro	Botones del cerebro
	Marcha Cruzada	Marcha Cruzada	Marcha Cruzada	Marcha Cruzada	Marcha Cruzada
	Ocho perezoso	Ocho perezoso	Ocho perezoso	Ocho perezoso	Ocho perezoso
	El elefante	La cobra	Botones de equilibrio	Botones de equilibrio	Botones de tierra
	El búho	La mecedora	Puntos positivos	Botones de tierra	Gancho de Cook
	Giros de cuello	Balaceo de gravedad	Giros de cuello	Botones del espacio	Botones de espacio
	Matemáticas	Pensamiento	Aprendizaje por repetición	Facultad organizativa	Exámenes
	Potencia				
	n				

**Tabla No 1 Protocolo de ejercicios aplicada al grupo experimental**

## Resultados

Análisis grupo control. Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	GI	Sig.
VAR00001	,241	10	,103
VAR00002	,142	10	,200
VAR00003	,237	10	,117
VAR00004	,131	10	,200
VAR00005	,224	10	,170
VAR00006	,190	10	,200

VAR00007	,197	10	,200
VAR00008	,240	10	,106
VAR00009	,184	10	,200
VAR00010	,170	10	,200
VAR00011	,130	10	,200
VAR00012	,285	10	,021
VAR00013	,153	10	,200
VAR00014	,243	10	,097
VAR00015	,177	10	,200
VAR00016	,183	10	,200

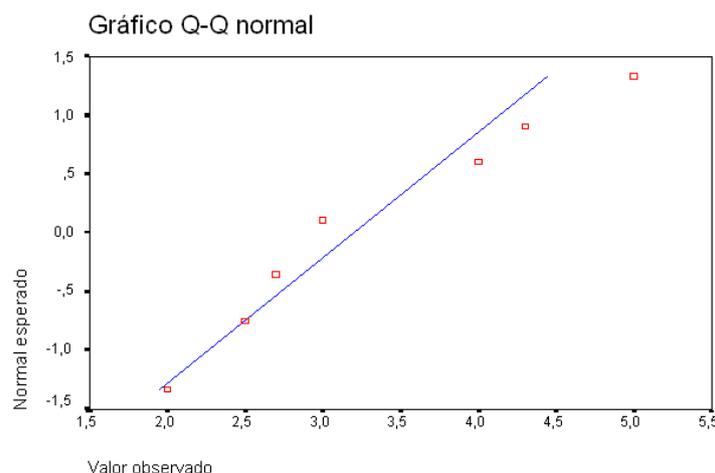
**Tabla No. 2**

Cada semana se identifica como var; es decir, la semana 8 aparece con el nombre de VAR00008.

Al realizar las pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnov, con un intervalo de confianza del 95% podemos observar el comportamiento cercano a la curva normal de las notas durante el proceso de estudio de 15 semanas. Basados en el nivel de significancia de la prueba, podemos notar que la semana 12 es la única que no tiene un buen ajuste a la curva normal, pues el valor p de la prueba (significancia observada) no supera el 5% o 0.05. Bajo un análisis de normalidad de Shapiro-Wilk, podemos decir que los datos de la semana 12 se pueden aproximar a una curva normal.

Entonces, los datos obtenidos semanalmente del grupo control se pueden tomar como normales para el estudio.

Miremos el comportamiento de la variable “Semana 12” y su tendencia de normalidad, o mejor, su ajuste a la curva normal.



**Gráfico 1**

Como podemos observar, los valores no se encuentran tan alejados de los valores reales; por tanto, es válido usar el test de Shapiro-Wilk y aceptar la normalidad de la variable.

En el GRUPO EXPERIMENTAL encontramos lo siguiente:

Pruebas de normalidad

	<b>Kolmogorov- Smirnov</b>		
	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
VAR00001	,258	11	,040
VAR00002	,179	11	,200
VAR00003	,187	11	,200
VAR00004	,137	11	,200
VAR00005	,212	11	,179
VAR00006	,191	11	,200
VAR00007	,163	11	,200
VAR00008	,185	11	,200
VAR00009	,194	11	,200
VAR00010	,163	11	,200
VAR00011	,276	11	,019
VAR00012	,245	11	,065
VAR00013	,351	11	,000
VAR00014	,217	11	,153
VAR00015	,322	11	,002
VAR00016	,310	11	,004

**Tabla No. 3**

Podemos observar que en las semanas 1, 11, 13, 15 y 16; el comportamiento de los datos no es aproximadamente normal. Sin embargo, la primera semana posee un nivel de significancia observada cercano al valor mínimo posible, por tanto, la primera semana será tomada en el estudio y las semanas 11, 13, 15 y 16 serán descartadas por no poseer argumentos estadísticos suficientes para la suposición de la normalidad de las variables.

### **Pruebas T para variables dependientes**

Luego de verificar la normalidad de las variables y descartar algunas por no tener un comportamiento aproximadamente normal, procedemos a las comparaciones de los promedios bajo una prueba t.

Promedio de Notas en el Grupo Control Menos Promedio de Notas en el Grupo Experimental.

Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas		Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típica.		Inferior	Superior			

**Tabla No. 4**

Bajo la teoría de las pruebas T, y las pruebas de hipótesis estadísticas, tenemos que al encontrar un intervalo cuyos límites contengan al punto cero, se puede concluir que no hay evidencias suficientes que muestren un cambio significativo en los promedios del grupo control y el grupo experimental. Por lo tanto, en ésta primera prueba podemos darnos cuenta que la gimnasia cerebral aplicada a los niños del grupo experimental no ha mostrado efectos que mejoren las notas de los exámenes.

**Prueba de muestras relacionadas**

	Diferencias relacionadas		Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.		Inferior	Superior			

**Tabla No. 5**

Para la segunda semana del experimento, podemos notar una menor dispersión en los datos, y también que aún no se han notado los cambios en las notas del grupo tratado con la gimnasia mental.

**Prueba de muestras relacionadas**

	Diferencias relacionadas		Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.		Inferior	Superior			

**Tabla No. 6**

En la tercer semana de estudio, aún no podemos observar cambios que nos permitan considerar un cambio en los promedios y los grupos control y experimental, aunque podemos notar que el límite inferior se aproxima cada vez más a cero.

**Prueba de muestras relacionadas**

	Diferencias relacionadas		Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.		Inferior	Superior			
VAR00004 - VAR00020	-,2000	1,2605	,3986	-1,1017	,7017	-,502	9	,628

**Tabla No. 7**

Para esta semana podemos notar que aunque el promedio de las notas del grupo experimental ha sobrepasado el promedio de las notas en el grupo control, aún no hay evidencias suficientes aportadas por los datos para considerar que los promedios sean diferentes.

**Prueba de muestras relacionadas**

	Diferencias relacionadas		Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.		Inferior	Superior			
VAR00005 - VAR00021	-,4600	1,1098	,3509	-1,2539	,3339	-1,311	9	,222

**Tabla No. 8**

En la quinta semana del experimento, podemos notar que la diferencia entre los promedios es mayor, pero que aún no hay evidencia estadística suficiente para considerar un cambio notable en los promedios de las notas del grupo control y el grupo experimental.

**Prueba de muestras relacionadas**

	Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)
			95%				

	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig.
				Inferior	Superior			
VAR00006	-,1100	1,2351	,3906	-,9935	,7735	,282	9	,785
VAR00022								

**Tabla No. 9**

Para la sexta semana del tratamiento, se ha notado un dato bastante cercano en los promedios de notas del grupo control y el grupo experimental, y aún no se encuentra evidencia significativa para suponer diferencia entre los promedios.

**Prueba de muestras relacionadas**

	Diferencias relacionadas		Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.		Inferior	Superior			
VAR00007	,1100	,7666	,2424	-,4384	,6584	,454	9	,661
VAR00023								

**Tabla No. 10**

En ésta semana del proceso de experimentación, se ha notado una baja en el promedio del grupo experimental y hasta esta fecha de experimentación no se han encontrado avances significativos que se vean reflejados en las notas por parte del grupo experimental.

**Prueba de muestras relacionadas**

	Diferencias relacionadas		Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.		Inferior	Superior			
VAR00008	-,2600	1,3435	,4248	-1,2211	,7011	-,612	9	,556
VAR00024								

**Tabla No. 11**

En la octava semana del experimento, aún no se encuentra evidencia significativa para deducir una diferencia notable entre los promedios de las notas del grupo control y el grupo experimental

### Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas		Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.		Inferior	Superior			
				VAR00009	-1,700			
VAR00025								

**Tabla No. 12**

Luego de nueve semanas de experimentación, podemos observar que el promedio de notas en el grupo experimental es un poco más alto que el promedio en el grupo control, aún no hay evidencias estadísticas suficientes para deducir un cambio notable en las notas del grupo tratado con la gimnasia cerebral.

### Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas		Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.		Inferior	Superior			
				VAR00010	-,2600			
VAR00026								

**Tabla No. 13**

Para la décima semana de estudio, no se ha notado aún un cambio considerable en las notas del grupo experimental respecto al grupo control.

La semana once no se ha tomado en cuenta en el estudio debido a que las notas del grupo experimental no presentan un modelo aproximado a la curva normal. Por lo tanto, no se pueden realizar comparaciones bajo pruebas T o bajo ninguna regla de estadística paramétrica.

Sin embargo, el promedio de notas en el grupo control es de 2.9 y en el grupo experimental, es de 4.22. Es decir, hubo un notable crecimiento en el promedio de las notas del grupo experimental.

**Prueba de muestras relacionadas**

	Diferencias relacionadas		Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.		Inferior	Superior			
				VAR00012	-1,2100			
VAR00028								

**Tabla No. 14**

En la semana doce podemos observar que el promedio de la variable 28 (La semana 12 del grupo experimental) es bastante mayor que el promedio de las notas del grupo control. La diferencia es notable y lo sustenta el nivel de significancia observada de la prueba que es de 0.01.

Por tanto podemos concluir que el promedio de las notas del grupo experimental es significativamente mayor que el promedio de notas en el grupo control.

La semana trece no fue usada en el análisis de los datos debido a que las notas del grupo experimental no presentan un comportamiento aproximado a la curva normal; por tanto, no se puede realizar una prueba t con ésta muestra.

Sin embargo, el promedio de notas en el grupo control es de 3.05 y en el grupo experimental es de 4.32. Es decir, hubo un notable crecimiento en el promedio de las notas del grupo experimental.

Para la semana 14 podemos observar lo siguiente:

**Prueba de muestras relacionadas**

	Diferencias relacionadas		Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.		Inferior	Superior			
				VAR00014	-1,1700			
VAR00030								

**Tabla No. 15**

Podemos notar que el promedio del grupo experimental supera en más de una unidad al promedio del grupo control; por tanto podemos notar una diferencia significativa que es sustentada por el nivel de significancia observado (0.000). Ésta significancia nos da evidencia estadística suficiente para concluir la diferencia entre los promedios y para suponer que el tratamiento brindado al grupo experimental ayudó a que los estudiantes de éste grupo obtuvieran mejores notas que los estudiantes del grupo que no recibió el tratamiento de gimnasia cerebral.

Las semanas 15 y 16 no fueron usadas en el estudio debido a que su comportamiento no es aproximadamente normal; por lo tanto no se hicieron pruebas con estas muestras.

Sin embargo, el promedio de notas en el grupo control en la semana 15 es de 2.92 y en la semana 16, es de 3.05, y en el grupo experimental la semana 15 es de 4.49 y en la semana 16 es 4.23. Es decir, hubo un notable crecimiento en el promedio de las notas del grupo experimental.

## **Conclusiones**

El ámbito escolar actual presenta múltiples dificultades que se pueden analizar desde el aspecto gubernamental, social, etc.

Si embargo el aspecto importante es el trabajo conjunto de las ciencias para enfocarnos en el individuo y en particular en su forma de aprendizaje como fenómeno directo en la relación cuerpo-mente. El cuerpo se vuelve punto fundamental para este proceso, el cual proporciona desde los nuevos estudios conexiones neurosinápticas y a su vez fortalecen la activación de ambos cerebros.

La redefinición de los problemas de aprendizaje, nos lleva desde la dicotomía cerebral, a un nuevo hecho en la labor enseñanza-aprendizaje.

Las herramientas propias para este trabajo nos han llegado de la psicología, sin embargo, este proceso de aprendizaje desde el movimiento nos lleva a un nuevo reto docente, donde los patrones normales de discriminación escolar se deben replantear.

Siendo aún más importante el Brain Gym dentro del aula para los docentes en cualquier nivel escolar y por que no, en cualquier disciplina del saber.

El proceso de Brain Gym ha mostrado de acuerdo con el trabajo estadístico ser efectivo en un período posterior al esperado ya que, sólo arrojó cifras significativas a partir de la semana 11 de trabajo de campo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ALTMAN, DG y BLAND, J.M. *Statistics notes: The normal distribution*. BMJ, 1995.
- CAJIAO RESTREPO, Francisco, *La Piel del Alma*. Bogotá: Editorial Magisterio, 2001.
- DANIEL, W. *Bioestadística*. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Mexico: Limusa, 1995.
- DENNISON, Paul E. y DENNISON, Gail E. *Brain Gym*. Aprendizaje de todo el cerebro. México: Lectorum, 2004. 171 p.
- DENNISON, Paúl E. y DENNISON, Gail E. *Manual básico en educación kinesiológica para padres y maestros de chicos de todas edades*. Edukineshetics Inc., 80 p.
- ELVEBACK L. R., GUILLIVER C. L. y KEATING F.R. Jr. *Health, Normality and the Gosth of Gauss*. JAMA, 1970. 211 p.
- ESPINOSA, Luz Stella. *Modulo kinesiológica educativa*. Gimnasia cerebral. Pereira, 2004.
- FUNDACIÓN ELIC. *Memorias*. Tercer Congreso Mundial Para el Talento de la Niñez. 2004.
- GARDNER, H. *Estructuras de la mente*. México: FCE, 1983.
- IBARRA, Luz Marina. *Aprende mejor con gimnasia cerebral*. México: Garnik Ediciones, 1997.
- LERMA, Héctor Daniel. *Metodología de la Investigación*. Universidad Tecnológica de Pereira, 1999. 135 p.
- LURIA, A.R. *El cerebro en acción*. Barcelona: Fontanella, 1974.
- PÉRTEGA DÍAZ, S. y FERNANDEZ S. Pita. *Representación gráfica en el análisis de datos*. 2001.
- STEIN, J. F. *El control del movimiento*. Las funciones del cerebro. Barcelona: Clive Warwick Coen, Ed., 1986.
- VYGOSTSKY, L. S. *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Critica, 1979.
- WILLIAMS, Linda VerLee. *Aprender con todo el cerebro*. Ediciones Martínez Roca, 1986.

## **Infografía**

<http://colombiamedica.univalle.edu.co/VOL30NO4/estomato.html>

<http://defolang.kubsu.ru/dennison.html>

<http://www.braingym.org>

<http://www.buenasalud.com/lib/ShowDoc>.

<http://www.cika.pagina.de>

<http://www.emprendedor.com/articulos/creatividad/leccion>.

[http://www.mantra.com.ar/contenido/zona3/frame\\_kineap.html](http://www.mantra.com.ar/contenido/zona3/frame_kineap.html)

