



*Estimulación cerebelosa en el desarrollo de la coordinación motriz en escolares*

*Cerebellar stimulation in the development of motor coordination in schoolchildren*

*Estimulação cerebelar no desenvolvimento da coordenação motora em crianças em idade escolar*

Nanci De La Nube-González <sup>I</sup>  
[nanci.gonzález@psg.ucacue.edu.ec](mailto:nanci.gonzález@psg.ucacue.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-6530-6404>

Lenin Esteban Loaiza-Dávila <sup>II</sup>  
[lenin.loaiza@ucacue.edu.ec](mailto:lenin.loaiza@ucacue.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-5769-2795>

Carlos Marcelo Ávila-Mediavilla <sup>III</sup>  
[cavilam@ucacue.edu.ec](mailto:cavilam@ucacue.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-2649-9634>

Raúl Fernando Moscoso-García <sup>IV</sup>  
[rfmoscosog@ucacue.edu.ec](mailto:rfmoscosog@ucacue.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-6113-8797>

**Correspondencia:** [nanci.gonzález@psg.ucacue.edu.ec](mailto:nanci.gonzález@psg.ucacue.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de investigación

\***Recibido:** 20 de septiembre de 2020 \***Aceptado:** 30 de octubre de 2020 \* **Publicado:** 14 de noviembre de 2020

1. Profesora de Educación Primaria Especialización Cultura Física, Licenciada en Ciencias de la Educación Mención Cultura Física, Docente de la Unidad Educativa Particular La Providencia, Estudiante de la maestría en Educación Física y Entrenamiento Deportivo de la Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
2. Doctor PhD. en ciencias de la Educación Física, Especialista en Cultura Física y Deporte, Docente de la Jefatura de Postgrado de la Universidad Católica de Cuenca, Docente Investigador de la Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
3. Magíster en Entrenamiento Deportivo, Licenciado en Ciencias de la Actividad Física, Deporte y Recreación, Docente de la carrera de Pedagogía de la Actividad Física y Deporte, Coordinador Académico de la maestría en Educación Física y Entrenamiento Deportivo de la Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
4. Doctor en Medicina y Cirugía, Especialista en Medicina Deportiva, Especialista en Educación Superior, Docente de la carrera de Pedagogía de la Actividad Física y Deporte de la Universidad Católica de Cuenca, Azogues, Ecuador.



## Resumen

El presente estudio está encaminado a la aplicación y experimentación de la estimulación cerebelosa a través del método “Learning Breakthrough Kit (Balametrics)”, para desarrollar la coordinación motriz en una muestra de 17 escolares de 10 a 12 años de edad de ambos géneros con un nivel bajo promedio en su desarrollo según los resultados de la aplicación del Test MABC-2 que permitió realizar un tamizaje para identificar niños con sospecha de trastorno del desarrollo de la coordinación, en relación a sus componentes de control motor, manipulación de objetos y su coeficiente motor bruto. Para el desarrollo de la investigación se determinó un diseño que respondió a un enfoque de investigación cuantitativo de tipo pre-experimental y correlacional con un corte longitudinal y basado en el método deductivo para llegar a contrastación de la hipótesis y el cumplimiento de los objetivos planteados. En el periodo de intervención se aplicó la técnica de estimulación cerebelosa basada en la teoría de Frank Bilgow. Los resultados se comprobaron estadísticamente con la aplicación de la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas, posterior a una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. El análisis de las variables de estudio al comparar los diferentes periodos demostró la eficacia de la metodología planteada, con diferencias significativas a un nivel de  $P \leq 0.05$  en las variables acción motora y manipulación entre los periodos y por cada grupo de género, en relación a la variable del coeficiente motor grueso la diferencia significativa solo se evidenció en el género masculino.

**Palabras claves:** Coordinación motriz; estimulación cerebelosa; control motor; manipulación de objetos; coeficiente motor bruto; propiocepción balamétrica.

## Abstract

The present study is aimed at the application and experimentation of cerebellar stimulation through the “Learning Breakthrough Kit (Balametrics)” method, to develop motor coordination in a sample of 17 schoolchildren aged 10 to 12 of both genders with a low average level in their development according to the results of the application of the MABC-2 Test that allowed a screening to identify children with suspected developmental coordination disorder, in relation to their motor control components, manipulation of objects and their coefficient gross engine. For the development of the research, a design was determined that responded to a quantitative research approach of a pre-experimental and correlational type with a longitudinal cut and based on the deductive method to

reach contrast of the hypothesis and the fulfillment of the objectives set. During the intervention period, the cerebellar stimulation technique based on Frank Bilgow's theory was applied. The results were statistically verified with the application of the Wilcoxon nonparametric test for related samples, after a Shapiro-Wilk normality test. The analysis of the study variables when comparing the different periods demonstrated the effectiveness of the proposed methodology, with significant differences at a level of  $P \leq 0.05$  in the variables of motor action and manipulation between the periods and for each gender group, in relation to the gross motor coefficient variable, the significant difference was only evidenced in the male gender.

**Keywords:** Motor coordination; cerebellar stimulation; motor control; manipulation of objects; gross engine coefficient; balametric proprioception.

### Resumo

O presente estudo tem como objetivo a aplicação e experimentação da estimulação cerebelar por meio do método “Learning Breakthrough Kit (Balametrics)”, para desenvolver a coordenação motora em uma amostra de 17 escolares de 10 a 12 anos de ambos os sexos com baixo nível médio no seu desenvolvimento de acordo com os resultados da aplicação do Teste MABC-2 que permitiu uma triagem para identificar crianças com suspeita de distúrbio da coordenação do desenvolvimento, em relação aos seus componentes de controle motor, manipulação de objetos e seu coeficiente motor bruto. Para o desenvolvimento da pesquisa, foi determinado um desenho que respondesse a uma abordagem de pesquisa quantitativa de tipo pré-experimental e correlacional com corte longitudinal e baseada no método dedutivo para alcançar o contraste da hipótese e o cumprimento dos objetivos traçados. No período de intervenção, foi aplicada a técnica de estimulação cerebelar baseada na teoria de Frank Bilgow. Os resultados foram verificados estatisticamente com a aplicação do teste não paramétrico de Wilcoxon para amostras relacionadas, após teste de normalidade de Shapiro-Wilk. A análise das variáveis de estudo na comparação entre os diferentes períodos demonstrou a eficácia da metodologia proposta, com diferenças significativas ao nível de  $P \leq 0,05$  nas variáveis de ação motora e manipulação entre os períodos e para cada grupo de gênero, em relação ao variável do coeficiente motor grosso, a diferença significativa só foi evidenciada no gênero masculino.

**Palavras-chave:** Coordenação motora; estimulação cerebelar; Controle motor; manipulação de objetos; coeficiente bruto do motor; Propriocepção balamétrica.

## **Introducción**

La coordinación motriz dentro del ámbito escolar se define como el conjunto de capacidades que organizan y regulan de manera precisa y funcional todos los procesos parciales de una acción motora en función de un objetivo motor preestablecido según la edad fisiológica. Esta organización se debe enfocar como una regulación entre todas las fuerzas producidas, de carácter internas, así como externas, considerando todos los grados de libertad del sistema motor y los cambios existentes a diferentes situaciones de la vida diaria (Cenizo, Ravelo, Morilla Pineda y Fernández, 2017).

Bejumea (2016) define la coordinación motriz como: “la posibilidad que tenemos de ejecutar acciones que implican una gama diversa de movimientos en los que intervienen la actividad de determinados segmentos, órganos o grupos musculares y la inhibición de otras partes del cuerpo. Como resultado de esta acción organizada obtenemos gestos y acciones precisas y ajustadas a los objetivos prácticos que nos proponemos. La coordinación posibilita la independencia e interdependencia de los movimientos segmentarios en la ejecución de una acción previamente representada”.

Dentro de la Educación física específicamente en la fase de educación infantil (Educación Básica Preparatoria, Elemental y Media) los niños descubren en su corporeidad y en su motricidad las primordiales fuentes para entrar en contacto con la realidad que los envuelve y desarrollar así las habilidades motrices entre ellas la coordinación motriz, que les permitirá tener un desempeño adecuado en medio del ambiente en el que se desarrolla su proceso de crecimiento, existen diferentes factores que ayudan a este desarrollo, destacando de entre ellos la correcta excitación cerebelosa en los niños, ya que, está ligada a las funciones motrices como el planeamiento, iniciación, equilibrio y memoria a largo plazo de los movimientos en general.

Cómo evoluciona el crecimiento del niño en el útero, el sistema vestibular está en primer orden de desarrollo, sirviendo como una herramienta significativa de organización para otros procesos de orden cerebral. A través de los órganos vestibulares el sistema vestibular obtiene información, conformado por tres canales semicirculares y el denominado órgano otolítico. Estos canales

semicirculares se orientan a lo largo de los ejes x, y y z, y definen en cada una de las tres dimensiones del espacio en el que se desarrolla el movimiento. Profundizando este proceso, cuando la cabeza se mueve, las células ciliadas detectan el movimiento de los fluidos dentro de cada canal. El cerebro utiliza esta información significativa para calcular los cambios en el manejo de la inercia, hipotéticamente como el sistema de navegación inercial en un avión detecta cambios en la posición y la velocidad. De igual manera el órgano otolítico utiliza un apéndice en forma de péndulo, el utrículo, para orientar el sentido a la fuerza vertical de la gravedad.

Determinando que el sistema vestibular juega un papel clave en los fundamentos de la percepción, los problemas de equilibrio o coordinación motriz pueden causar muchos problemas aparentemente no relacionados en la función cerebral.

Hablando de la propiocepción se determina que el cerebro participa de manera constante en un proceso estrictamente diseñado para posicionar nuestros cuerpos en función de la información que recibe a través de nuestros sentidos. Esta capacidad es posible debido a la existencia de procesos propioceptivos. A la propiocepción se explica como la conciencia del de la acción motriz y la posición o postura del cuerpo. También a la propiocepción se define como el sistema de posicionamiento articular del cuerpo. Todo proceso propioceptivo eficaz depende de la capacidad del cerebro para integrar la información de todos los sistemas típicos sensoriales, incluida la retroalimentación de los músculos, las articulaciones, la visión, el sentido táctil (tacto / presión) y el sentido del equilibrio o el sistema vestibular (Benítez & Poveda, 2010).

De esta manera las actividades de equilibrio que integran los sentidos visual, auditivo, kinestésico, táctil y vestibular tienen el efecto de mejorar los procesos propioceptivos que ayudan a reducir las lesiones y mejorar el rendimiento si se habla un poco más desde el área deportiva. Este mejoramiento se puede realizar porque las actividades de carácter de integración sensorial elevan la efectividad y la eficiencia de los procesos neuronales en el cerebro. Con el aumento de la capacidad neuronal y la eficiencia, se obtienen diferentes beneficios tales como: mejora del tiempo, mejora de la visión, mejora del sentido del equilibrio, mejora del procesamiento mental, mejora del tiempo de reacción, mejora de la propiocepción.

Un déficit madurativo de la coordinación, respecto a los niveles correspondientes con la edad cronológica, puede conllevar, en el niño, una serie de trastornos en el desarrollo de las capacidades coordinativas, cuando ejecuta actividades motrices (Vidarte-Clarosl, Vélez y Parra-Sánchez, 2018).

El desarrollo motriz se define como el resultado de los cambios producidos de manera evolutiva en la conducta motora que derivan en habilidades complejas que se combinan, integran y mecanizan hasta que se convierten en verdaderas y definitivas habilidades motrices. La adquisición de la competencia motriz y del control motor es un largo proceso que comienza con la motricidad refleja del niño recién nacido continuando a lo largo del ciclo vital influenciada por el entorno (ambiente y convivencia) y por la práctica de las tareas motrices durante todo el proceso de desarrollo (Fernández, Zubillaga, Fernández, Santos, Fernández, J., y Guzón, 2015).

Otro aspecto importante en el estudio de la coordinación motriz es la denominada coordinación visomotora, que es el resultado de un ajuste entre la mano y el ojo, tanto que se necesita manejar y reconocer el espacio y el desarrollo del equilibrio y la fuerza motora, convirtiéndose en uno de los motores fundamentales de la viso-motricidad en sí misma, coincidiendo muchos autores en que es la capacidad que tiene el cuerpo de reconocer una acción motriz a nivel cognitivo mediante la percepción visual, interpretarla y elaborar una respuesta inmediata a estos estímulos brindados que se manifestarán conjunta y simultáneamente, esta relación proporciona un determinado patrón que provoca una conducta en un determinado y definido momento, conformando así un nuevo aprendizaje y manera de desempeñarse en el medio que se le presente en su desenvolvimiento de la vida diaria (Crespo, Morales, Pérez, Agüero y Torres, 2019).

Por lo tanto, desarrollar actividades para lograr una excitabilidad cerebelosa adecuada es de interés significativo, ya que, actividades como marchar, correr, girar, saltar, lanzar, recepcionar forman parte de un conjunto de acciones imprescindibles para establecer una base estable y sólida para una formación adecuada en los infantes.

La estimulación cerebelosa es una intervención no médica y un conjunto de ejercicios en equipos especiales Balametrics, que permite mejorar el funcionamiento del cerebro y, como resultado, el desarrollo y la mejora de las funciones mentales superiores (Dourn, 2010).

Durante mucho tiempo, los científicos se convencieron de que el cerebelo era responsable del equilibrio, la coordinación de los movimientos y el movimiento ocular además de estudios recientes que han llevado a concluir que el cerebelo es la clave del desarrollo intelectual, del habla e incluso emocional del niño (Burnham, 2012).

La torpeza, el desequilibrio y la coordinación de los movimientos son solo una característica del niño, que no se pueden considerar como problemas neurológicos, pero esta "característica" es un signo de alteraciones en el tronco encefálico y el cerebelo. Con mayor frecuencia se encuentran en

niños con retraso del habla y mental, conducta y atención deterioradas, TDAH, etc. El cerebelo humano contiene más células nerviosas que todas las demás partes del cerebro, por lo que es tan importante desarrollarlo y estimularlo (Figueira e Israel, 2013).

El Dr. Frank Bilgou creó el equipo de Avance de aprendizaje y Balametría (Balametrics) en los EE. UU. En los años 60. Luego trabajó como maestro en la escuela y notó que los niños que en los descansos entrenan su equilibrio, coordinación de movimientos y coordinación mano-ojo en los juegos tienen más éxito en el aprendizaje. Este hecho lo impulsó a desarrollar un sistema para el desarrollo del cerebelo, como un medio para mejorar el equilibrio y a su vez el rendimiento de los niños en la escuela, desarrollando así un proyectil especial: una tabla de equilibrio y una serie de ejercicios para el control tanto de miembros inferiores y superiores.

Durante la aplicación del sistema aumenta la plasticidad del cerebro, que hace posible mejorar la funcionalidad de sus estructuras básicas, como resultado, se mejora el equilibrio, la coordinación motriz, las habilidades de adaptación social y se estabiliza el estado psicoemocional (Mitts, 2018). Por tal razón se plantea como objetivo principal de este estudio la aplicación de la estimulación cerebrosa a través del método “Balametrics” como método para el desarrollo de la coordinación motriz en escolares.

## **Metodología**

### **Diseño de investigación**

El presente trabajo responde a un enfoque de investigación cuantitativo de tipo pre-experimental y correlacional con un corte longitudinal y basado en el método deductivo para llegar a contrastación de la hipótesis y el cumplimiento de los objetivos planteados.

### **Población y muestra de estudio**

La población de estudio está comprendida por 60 escolares pertenecientes a una Unidad Educativa de formación de educación formal de la ciudad de Azogues – Ecuador. La muestra de estudio se determinó a través de la aplicación de la Batería MABC-2 diseñada específicamente para evaluar a niños con dificultades de movimiento, determinando un total de 17 escolares de sexto a octavo año de Educación General Básica con resultados inferiores al promedio considerado como estable en el desarrollo de la coordinación motriz, a través de sus puntajes de acción motora, manipulación de objetos y el cociente motor bruto.



La batería para la evaluación del movimiento en niños - MABC-2 (por sus siglas en inglés: Movement Assessment Battery Children II edition), creada por Henderson, Sudgen y Bernett en 2007, es un instrumento que contiene una prueba de desempeño de las DMF organizado en tres bandas que corresponden a diferentes rangos de edad (3 a 6, 7 a 10 y 11 a 16 años). Su objetivo, es realizar un tamizaje para identificar niños con sospecha de trastorno del desarrollo de la coordinación. El MABC-2 ha sido un instrumento ampliamente utilizado para la evaluación del desempeño motor, tanto en el contexto clínico como el investigativo, incluyendo su aplicación en niños sanos y con alteraciones en el movimiento.

Las características de la muestra de estudio se observan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Caracterización de la muestra de estudio por género y edad

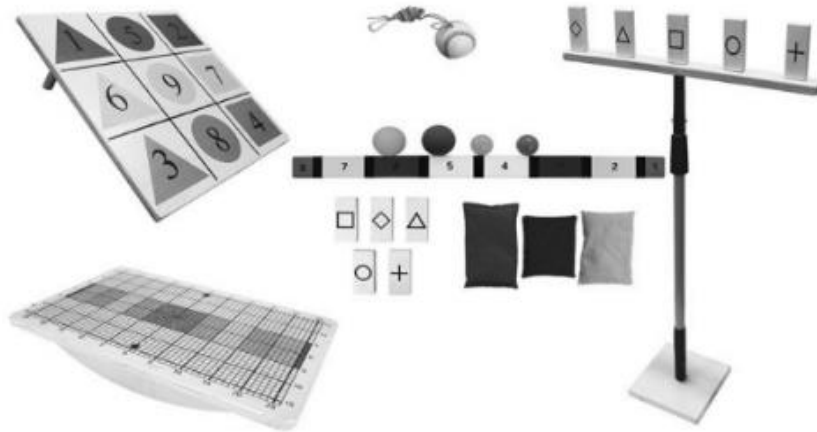
GENERO	n	%	EDAD			
			Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Masculino	8	47.1	10	12	11.50	±0.75
Femenino	9	52.9	10	12	10.56	±0.72

**Fuente:** Análisis estadístico, elaboración propia de los autores.

### Técnicas e instrumentos de investigación

En el periodo de intervención se aplicó la técnica de estimulación cerebelosa basada en la teoría de Frank Bilgou. Este programa se lleva a cabo utilizando un equipo especial denominado Learning Breakthrough Kit (Balametrics), que incluye una tabla de equilibrio con la capacidad de desplazarse hasta 180 grados, bolsas para trabajo de equilibrio, pelotas de diferentes tamaños, una pelota de béisbol unida a una cuerda y otros equipos adicionales. Con la ayuda de este equipo, así como con ciertos ejercicios motores (equilibrio en el tablero, acciones de trabajo de precisión con pelotas en diferentes superficies buscando acertar a ciertos blancos, etc.) (figura 1), se estimuló las secciones cerebelosas del cerebro de los escolares, las secciones frontales de las principales estructuras del sistema nervioso central y periférico, activando de esta manera los centros motores donde se maneja y controla la coordinación a través del relajamiento de la tensión muscular y desarrollo de la concentración.

**Figura 1.:** Kit de estimulación cerebelosa por el método balametrics.



**Fuente:** <https://bazar.babyblog.ru/item/164585>

La duración promedio de una sesión de trabajo fue de 45 minutos tres veces por semana durante 8 semanas aplicado diferentes combinaciones de ejercicios (figura 2.).

**Figura 3.** Ejercicios para el desarrollo de la coordinación motriz a través de la estimulación cerebelosa método “Balametrics”.



**Fuente:** Documentación propia del estudio.

### Métodos estadísticos de análisis de datos

Para el análisis estadístico de los datos tanto en el proceso de caracterización de la muestra de estudio, así como en la comprobación de significación y correlación de los resultados se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 24 IBM, aplicando un análisis descriptivo para las variables cuantitativas determinando así los valores medios y sus respectivas desviaciones estándares, para las variables cualitativas se realizó un análisis de frecuencias y porcentajes. Para la comprobación de significación y correlación general, en primer lugar, se aplicó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para muestras menores a 30 datos, la cual determino la aplicación de la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas.

### Resultados de la investigación

La aplicación de la propuesta de estimulación cerebelosa y su evaluación en los diferentes periodos del estudio nos permitió obtener datos que fueron analizados matemática y estadísticamente a través de pruebas paramétricas para datos con distribución normal, este análisis se pudo realizar entre grupos por periodo y una comparación para evidenciar la variabilidad de resultados en el estudio (Tabla 2.).

**Tabla 2.** Resultados periodo pre intervención aplicación del TEST MAB -2

PERIODO DE ESTUDIOS	VARIABLES ESTUDIADAS	GÉNERO	n	Media	Desviación estándar	P
Pre intervención	Acción motora,	Masculino	8	39.15	±2.54	0.139**
		Femenino	9	38.56	±2.13	
	Manipulación de objetos	Masculino	8	36.45	±3.86	0.10**
		Femenino	9	37.23	±3.23	
	Cociente motor bruto.	Masculino	8	81.90	±7.72	0.00*
		Femenino	9	83.94	±8.12	

(\*)  $P \leq 0.05$  (\*\*)  $P \geq 0.05$

**Fuente:** Análisis estadístico, elaboración propia de los autores.

El análisis de las variables de estudio en el periodo pre intervención antes de la aplicación de la metodología de estimulación cerebelosa basada en la teoría de Frank Bilgow con la aplicación de la prueba Willconxon para muestras independientes (muestras por género) evidenció la existencia

de diferencias significativas a un nivel de  $P \leq 0.05$  en la variables manipulación de objetos, mientras que en la variable acción motora y el cociente motor bruto no existe diferencias significativas en ambos géneros en un nivel de  $P \geq 0.05$ .

Esto determina que los resultados iniciales en las pruebas de acción y manipulación de objetos en ambos grupos por género eran muy estrechamente parecidos a pesar de que en el cociente motor bruto si existieron diferencias. Resultados que variaron posterior a la aplicación del programa de estimulación propuesta (tabla 3.)

**Tabla 3.** Resultados periodo post intervención aplicación del test MAB -2

PERIODO DE ESTUDIOS	VARIABLES ESTUDIADAS	GÉNERO	n	Media	Desviación estándar	P
Post intervención	Acción motora,	Masculino	8	43.19	±2.48	0.239**
		Femenino	9	41.48	±2.67	
	Manipulación de objetos	Masculino	8	39.12	±3.13	0.032*
		Femenino	9	38.15	±3.56	
	Cociente motor bruto.	Masculino	8	84.34	±7.89	0.00*
		Femenino	9	84.16	±7.16	

(\*)  $P \leq 0.05$  (\*\*)  $P \geq 0.05$

**Fuente:** Análisis estadístico, elaboración propia de los autores.

El análisis las variables de estudio en el periodo post intervención habiendo aplicado la metodología planteada evidencio la existencia de diferencias significativas a un nivel de  $P \leq 0.05$  en las variables manipulación de objetos y el cociente motor grueso, mientras que en la variable acción motora continuaba si existir diferencias significativas en ambos géneros en un nivel de  $P \geq 0.05$ .

Con el fin de evidenciar si los resultados obtenidos en el periodo post intervención determinarían un progreso en el desarrollo de la coordinación motriz se realizó una comparación por grupos (tabla 4.).

**Tabla 4.** Resultados de la comparación entre periodos pre y post intervención aplicación del test MAB -2

PERIODO DE ESTUDIOS	VARIABLES ESTUDIADAS	GÉNERO	n	Media	Desviación estándar	Diferencia de medias entre periodos	Diferencia de DS	P
Comparación Pre Post intervención	Acción motora,	Masculino	8	39.15	±2.54	4.04	±0.06	0.013*
		Masculino	8	43.19	±2.48			
		Femenino	9	38.56	±2.13	2.92	±0.54	0.045*
		Femenino	9	41.48	±2.67			
	Manipulación de objetos	Masculino	8	36.45	±3.86	2.67	±0.73	0.00*
		Masculino	8	39.12	±3.13			
		Femenino	9	37.23	±3.23	0.92	±0.33	0.00*
		Femenino	9	38.15	±3.56			
	Cociente motor bruto.	Masculino	8	81.90	±7.72	2.44	±0.17	0.024*
		Masculino	8	84.34	±7.89			
		Femenino	9	83.94	±8.12	0.22	±0.96	0.057**
		Femenino	9	84.16	±7.16			

(\* )  $P \leq 0.05$  (\*\* )  $P \geq 0.05$

**Fuente:** Análisis estadístico, elaboración propia de los autores.

El análisis las variables de estudio al comparar los diferentes periodos demostró la eficacia de la metodología planteada, la aplicación de las pruebas estadísticas estandarizadas para este estudio determino la existencia de diferencias significativas a un nivel de  $P \leq 0.05$  en las variables acción motora y manipulación entre los periodos y por cada grupo de género, en relación a la variable del coeficiente motor grueso la diferencia significativa solo se evidencio en el género masculino, en el género femenino el valor encontrado fue en un nivel de  $P \geq 0.05$  pero con un límite muy corto al 0,05, esto evidencia que la propuesta planteada y las adaptaciones realizadas dan resultado para corregir los problemas relacionados a la coordinación motriz, ya que el contenido del sistema de ejercicios es variado y extremadamente didáctico, incidiendo en las zonas de generación de coordinación, estabilidad y control del movimiento.

## Discusión

El efecto de los diferentes programas de intervención a través de la estimulación del cerebelo con el objetivo de resolver el problema de la coordinación motriz evidencia que los estudios basados en el enfoque más procesual desde el punto de vista médico tienen una mayor tradición entre los profesionales e investigadores, por lo que pueden encontrarse un mayor número de investigaciones realizadas (González, Brizuela y Romero, 2016). Por otro lado, los programas que encaminan su estimulación directamente hacia la estimulación de la zona de desarrollo de equilibrio a través de ejercicios básicos de propiocepción y manipulación de objetos como es el caso del programa “Balametrics” no han sido muy investigados por los factores de riesgo en la práctica de los mismos y por la dificultad de obtención de materiales y manejo de la metodología. (Ulloa, 2017).

En relación al análisis de los componentes de estudio de la coordinación motriz evaluados por el test MAB-2 se evidencia resultados muy coherentes, de manera general, con los estudios realizados en diversas investigaciones (ComukBalci, et al., 2016; Yanci & los Arcos, 2015; Yanci, et al., 2014; Tekok-Kiliç, et al., 2010) y, en concreto, en habilidades relacionadas con la puntería y control de objetos (Bravo, et al., 2017; Fernández-Losa, et al., 2013), en la velocidad (De Miguel-Etayo, et al., 2014), o en lanzamiento de peso (Carrillo-López, et al., 2018).

Además, coincide en cierta medida con lo reportado por Jones & Lorenzo (2013) y Carrillo-López, et al. (2018), los cuales observaron una asociación consistente entre dos cualidades físicas relacionadas con la coordinación locomotriz, como son la velocidad y la agilidad.

Pero tratando de relacionar los resultados con otros encontrados se puede observar, algunos estudios en los cuales no se pueden encontrar diferencias significativas por género (Coetzee & Du Plessis, 2013; Singh, et al., 2010), y de igual manera se encontraron diferencias significativas determinadamente en las pruebas del MAB.2 como la velocidad, la agilidad o el lanzamiento de peso (manipulación de objetos) sin evidenciar diferencias en pruebas tales como el desplazamiento sobre soportes o el salto sobre un apoyo (Carrillo-López et al., 2018).

Pero al igual que nuestro estudio se pudo observar un menor rendimiento coordinativo en las mujeres en habilidades de control motor Coetzee (2016); aunque respecto a esta última habilidad este trabajo (manipulación de objetos) es coherente con otros estudios puesto que los varones manifestaron mayor capacidad que las mujeres (Jones & Lorenzo, 2013; López, et al., 2016; Piernar, et al., 2012). Estos hallazgos que diferencian los estudios analizados podrían ser por las diferencias en los niveles de práctica de actividad física y deporte, teniendo los varones un

mejor rendimiento en aquellas pruebas en las cuales existe un componente superior de equilibrio dinámico (Rodríguez Negro & Yanci, 2019).

Los resultados que comprenden al coeficiente motor bruto en nuestro estudio no se evidencia diferencias significativas resultado que talvez pueden ser modificados si la propuesta se pudiera mantener por más tiempo en su intervención (> a 8 semanas), ya que el nivel  $P \geq 0.05$  (0,057) está muy estrecho y respaldamos esta teoría a que los componentes de control motor y manipulación de objeto si existen diferencias significativas al finalizar el estudio. Resultados que se pueden relacionar directamente con los estudios de (Niño-Cruz, Camargo-Lemos, Velásquez-Escobar, Rodríguez-Ortiz y Patiño-Segura, 2019) en los de igual manera se observó diferencias entre los componentes motores y una diferencia muy cercana ( $P = 0.063$ ) en el coeficiente motor bruto.

Estudios relacionados con la aplicación del método “balametrics” determinando la efectividad en el proceso desarrollo motriz (Azarova, Dyakova, 2019) evidencian que este método tiene resultados favorables y estadísticamente significativos, a pesar de no ser evaluados con el mismo instrumento, pero la efectividad es determinante.

## Conclusiones

El estudio realizado nos permite evidenciar que la aplicación de la estimulación cerebelosa a través del método Learning Breakthrough Kit (Balametrics) es efectivo y experimental así como estadísticamente comprobado, ya que el sistema motor y otros sistemas cerebrales que controlan la posición del cuerpo, las extremidades, los dedos, la lengua, los labios, la mandíbula y los ojos, y que son responsables de la habilidad motora gruesa y fina, también responsables de la detección del movimiento y la posición en el espacio utilizando bajo la asimilación de la información gravitacional e inercial, son trabajados directamente a través de la estimulación de este órgano del sistema nervioso central hacia el periférico. Estos sentidos, así como los sistemas auditivos y visuales, están contruidos, integrados y altamente dependientes de los fundamentos inerciales y gravitacionales proporcionados por el sistema vestibular y de esta manera su estimulación incide directamente en los trastornos o problemas de desarrollo motriz en edades escolares.

## Referencias

1. Azarova, A.V., y Dyakova, E.V. (2019). Uso del programa "brain abc" en el trabajo de desarrollo correctivo con niños que experimentan dificultades en la enseñanza. En Apoyo psicológico y pedagógico del proceso educativo: problemas, perspectivas, tecnologías (pp. 22-24).
2. Benjumea, J. C., Alfonso, J. R., Pineda, S. M., Hurtado, J. R., & Fernández-Truan, J. C. (2016). Diseño y validación de instrumento para evaluar coordinación motriz en primaria. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte/International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 16(62), 203-219.
3. Benítez Sillero, J. D. D., & Pobeda Leal, J. (2010). La propiocepción como contenido educativo en primaria y secundaria en educación física. *Revista Pedagógica ADAL*, (21), 24-28.
4. Benjumea, J. M. C., Afonso, J. R., Pineda, S. M., & Fernández-Truan, J. C. (2017). Test de coordinación motriz 3JS: Cómo valorar y analizar su ejecución. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (32), 189-193.
5. Bravo, I., Rodríguez-Negro, J., & Irigoyen, J. Y. (2017). Diferencias en función del género en la puntería y atrape en niños de Educación Primaria. *Retos*, (32), 35-38
6. Burnham, B. (2012). Make a move: a multi-sensory, movement coordinated furnishing support system for children with ADHD: a thesis presented in partial fulfillment of the degree of Master of Design (Doctoral dissertation, Massey University).
7. Carrillo-López, P. J., Rosa-Guillamón, A., & García-Cantó, E. (2018). Análisis de la coordinación motriz global en escolares de 6 a 9 años atendiendo al género y edad. *Trances*, 10(3), 281-306.
8. Coetzee, D. (2016). Strength, running speed, agility and balance profiles of 9-to 10-year-old learners: NW-child study. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 38(1), 13-30
9. Coetzee, D., & Du Plessis, W. (2013). Visual-motor status of Grade 1 learners in the North-West province of South Africa: NWChild study. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 35(2), 37-50



10. Comuk-Balci, N., Bayoglu, B., Tekindal, A., Kerem-Gunel, M., & Anlar, B. (2016). Screening preschool children for fine motor skills: environmental influence. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(3), 1026–1031.
11. Dourn, R. (2010). The role of occupational therapy with central auditory processing disorder: A systematic literature review (Doctoral dissertation, The College of St. Scholastica).
12. Fernández, C. R., Zubillaga, D. M., Fernández, L. R., Santos, L. R., Fernández, J., & Guzón, P. C. (2015). Trastorno del desarrollo de la coordinación. *Bol pediátr*, 55, 247-253.
13. Figueira, L. M., & Israel, A. (2013). Efecto hipotensor de la adrenomedulina cerebelosa. *Revista Latinoamericana de Hipertensión*, 8(3), 62-67.
14. Fernández-Losa, J., Cecchini, J. A., & Pallasá, M. (2013). La recepción de balón en niños con edades comprendidas entre los 3 y los 12 años. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 13, 279–294.
15. González-Carbonell, I., Brizuela, G., & Romero-Ávila, J. L. (2016). Pedaleo de brazos en personas con lesión medular, parálisis cerebral o ataxia cerebelosa: Parámetros fisiológicos. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 12(46), 359-381.
16. Jones, M.T., & Lorenzo, D.C. (2013). Assessment of power, speed, and agility in athletic, preadolescent youth. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53(6), 693 – 700.
17. López, F. J., Lara, A. J., Espejo, N., & Cachón, J. (2016). Influencia del género, la edad y el nivel de actividad física en la condición física de alumnos de educación primaria. *Revisión Bibliográfica. Retos*, (29), 129-133
18. Mitts, M. (2018). Effect of Sensory Stimulation in Physical Activity on Academic Achievement and Classroom Behavior in Elementary Students.
19. Moinelo, M. C. C., de la Cruz, L. M., Pérez, R. G., Agüero, J. P., Aguilar, M. T., & González, T. F. (2019). Implementación de la estrategia interventiva para la recuperación funcional de la coordinación viso-motriz en la Parálisis Cerebral Adulta. *Revista Cubana de Tecnología de la Salud*, 10(3), 39-57.
20. Niño-Cruz, G. I., Camargo-Lemos, D. M., Velásquez-Escobar, L. I., Rodríguez-Ortiz, J. K., & Patiño-Segura, M. S. (2019). Batería para la evaluación del movimiento en niños-2-

- banda 1. Confiabilidad de la versión en español. Revista chilena de pediatría, (AHEAD), 0-0.
21. Pienaar, A.E., Du Toit, D., Stickling, A., Peens, A., Botha, J., Kemp, C., et al. (2012). Motor development, growth, motor deficiencies, the assessment and intervention thereof: Manual for postgraduate students in Kinderkinetics. Potchefstroom, RSA: Xerox Noordwes Universiteit.
22. Rodríguez-Negro, J., & Yanci, J. (2019). Diferencias en función del género en el equilibrio estático y dinámico en estudiantes de educación primaria. Retos, 35, 113-116.
23. Singh, C.K., Dhanda, B., & Shanwal, P. (2010). Gender difference in motor and mental development in children: An impact of stimulating activities. Anthropologist, 12(2), 153-154.
24. Tekok-Kiliç, A., Elmastaç-Dikeç, E., & Can, H. (2010). Evaluation of visual-motor integration functions in children between 6- 15 years of age. Turkish Journal of Psychiatry, 21(2), 97-104
25. Ulloa, D. S. (2017). La importancia del ejercicio propioceptivo en los niños con hemofilia. Revista Ciencia y Salud Integrando conocimientos, 1(4), ág-9.
26. Yanci, J., & Los Arcos, A. (2015). How does the age and gender influence the ability to change direction in primary school children? Retos, 28, 40-43
27. Vidarte-Claros, J. A., Álvarez, C. V., & Parra-Sánchez, J. H. (2018). Coordinación motriz e índice de masa corporal en escolares de seis ciudades colombianas. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica, 21(1), 15-22.