

## **Detección de la dirección del movimiento global en estudiantes con trastornos ortográficos**

### **Detection of the global movement direction in students with orthographic disorders**

**Lic. Onelia Carballo Reina <sup>I</sup> y Dra. Beatriz Barcas Trovajo <sup>II</sup>**

<sup>I</sup> Centro de Neurociencias y Procesamiento de Imágenes y Señales, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.

<sup>II</sup> Centro Oftalmológico del Hospital General Docente "Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso", Santiago de Cuba, Cuba.

#### **RESUMEN**

Se realizó un estudio descriptivo y prospectivo, desde enero hasta mayo del 2014, a fin de caracterizar la detección de la dirección del movimiento global en alumnos con trastornos ortográficos, para lo cual se empleó el parche de Gabor. Se seleccionaron 2 grupos de estudiantes de 9-11 años; uno con trastornos ortográficos y el otro con buen rendimiento académico, pertenecientes a la Escuela Primaria "Nguyen Van Troi" de Santiago de Cuba. Los resultados indicaron que los niños del primer grupo no realizaban adecuadas inferencias perceptivas de la dirección del movimiento global. No existieron evidencias de que la ventaja global facilitara la detección de la dirección del movimiento; por tanto, cometieron más errores al determinar la trayectoria del movimiento para orientaciones verticales del enrejado, no así para la ubicación horizontal donde mostraron su mejor desempeño.

**Palabras clave:** movimiento global, parche de Gabor, inferencia perceptual, ventaja global, orientación de barra.

#### **ABSTRACT**

A descriptive and prospective study was carried out from January to May, 2014, in order to characterize the detection of the global movement direction in students with orthographic disorders, for which the Gabor patch was used. Two groups of 9-11 years students were selected; one with orthographic disorders and the other one with good academic results, belonging to "Nguyen Van Troi" Primary School in Santiago de Cuba. The results indicated that children of the first group didn't carry out appropriate perceptive inferences of the global movement direction. There were no evidences that the global advantage facilitated the detection of the movement direction; therefore, they made more mistakes when determining the trajectory of the movement for vertical orientations of the grating, it the contrary for the horizontal location where they showed their best performance.

**Key words:** global movement, Gabor patch, perceptual inference, global advantage, bar orientation.

## INTRODUCCIÓN

El estudio del procesamiento visual en niños con trastornos ortográficos es importante para detectar las características que aparecen durante la determinación de atributos de los estímulos, los cuales de forma jerárquica, organizan el sistema visual, teniendo en cuenta que desde el punto de vista cognitivo, la identificación y reconocimiento de los rasgos en las palabras para lograr una correcta escritura es un proceso intencionado con regulación de mecanismos inhibitorios que permiten activar la representación.<sup>1</sup>

La comprensión actual del sistema visual lo interpreta como un sistema jerárquico, selectivo y preciso en la determinación de los atributos físicos. Así, por ejemplo, el procesamiento visual de la percepción del movimiento utilizado para explorar la red neural que procesa rasgos, tales como velocidad, orientación, ocurrencia o no del movimiento y otros permiten determinar trastornos funcionales no solo de las redes neurales sino también de las habilidades espaciotemporales de la percepción visual, que pueden participar en la formación de habilidades ortográficas en los niños.<sup>2</sup>

En los últimos años se han desarrollado numerosas investigaciones apoyadas en tareas psicofísicas, que evalúan no solo el subsistema magnocelular sino también particularidades de la percepción como la dominancia perceptiva del movimiento local y global. Igualmente se ha comprobado, que la detección del movimiento comienza en la retina y se distribuye en áreas de la corteza como las regiones temporal medial, V5 de la corteza visual y parietales inferiores, que de acuerdo con experimentos en monos se ha determinado su selectividad con determinadas propiedades del movimiento y conforman los mecanismos de detección para cualquier ilusión visual que simule el movimiento real.<sup>2,3</sup>

Ahora bien, la información de movimiento no es explícitamente descodificada desde la retina sino también requiere el procesamiento de patrones complejos de variaciones de contraste y luminancia espaciotemporales, que son completamente descifrados en las células de la corteza y combinan su información para determinar dirección, velocidad, así como posición del objeto con respecto al sujeto y al medio.<sup>4,5</sup>

La detección del movimiento ocurre a partir de la comparación de 2 puntos en el espacio, los cuales sirven de referencia para determinar el cambio de posición en una unidad de tiempo. Este mecanismo para detectar el movimiento depende también de la dominancia perceptiva que logran los rasgos globales sobre los locales, que a su vez, se procesan en paralelo. Según Navon, en 1977, la precedencia o dominancia global propone que el procesamiento de un patrón visual se produce desde una codificación inicial de la forma global hasta un análisis consecutivo y más detallado de las partes locales. Palmer, en 1975, propuso un Modelo de Red Jerárquica sobre los procesos de representación y organización visual y, más adelante, este autor junto a Rock (1994) propusieron el Modelo de Organización Perceptiva, ambos basados en la estructura jerárquica de la escena visual.<sup>4,5</sup>

En los estudios actuales existe una gran motivación por determinar el rol y los factores que determinan la jerarquía de los rasgos global o locales, no solo para los objetos sino también para el movimiento y resulta de interés su estudio en la formación de habilidades para la lectura y la ortografía donde el subsistema magnocelular constituye la base neural del procesamiento de eventos rápidos que distinguen la percepción visual del movimiento.<sup>6-9</sup> La capacidad de integración y diferenciación espacial resulta una importante premisa para conformar la imagen

gráfica correcta de la palabra y la captura de los aspectos significativos del medio.<sup>10-12</sup>

Una característica del mundo es la existencia de superficies en 3 dimensiones que se interrelacionan, donde a menudo unas ocuyen a otras; sin embargo, no es limitación para determinar la continuidad de la forma del estímulo. Cuando se ejecuta una tarea de detección de la dirección del movimiento global y no local se puede definir qué se ve, si el movimiento es continuo o se refiere a 2 opuestos y superpuestos entre sí en la región visual de interés.<sup>13,14</sup>

El análisis visual de las superficies que están ocluidas sugiere que el sujeto realiza una inferencia perceptual para identificarlas. En muchas otras especies se ha identificado la alta sensibilidad que tiene el sistema visual a la dirección de la imagen del movimiento en una trayectoria y no a la opuesta. El hecho de detectar una dirección y no otra, es resultado de poblaciones de células diferentes dentro del sistema visual, por eso resulta importante explorar y caracterizar los diferentes eventos de la detección de la dirección del movimiento.<sup>15-17</sup>

La continuidad del movimiento global utiliza como referencia la determinación de contornos y puntos de intersección entre los círculos que se presentan en el parche de Gabor y es estimada por el sujeto una vez que se indica la tarea. Estos contornos y puntos de intersección determinan donde comienza y termina el movimiento, en este caso, sería lograr la detección de la continuidad de la dirección del movimiento global que está en el círculo de afuera, independientemente de la dirección del citado parche.<sup>5,16,18</sup>

De hecho, la determinación de contornos es un procesamiento que contribuye a la identificación y reconocimiento de los objetos al lograr la segregación y agrupamiento de los rasgos que son detectados en la escena. No son procesados los rasgos del movimiento horizontal y vertical o de traslación y rotación del movimiento en una misma representación mental; todos estos rasgos aportan coordenadas diferentes del cambio posicional de las señales visuales que son interpretadas y marcadas para realizar la síntesis visual de la dirección del movimiento. La orientación de las barras crea otro rasgo visual que contribuye a determinar también la continuidad del movimiento y su dirección.<sup>18</sup>

Algunas investigaciones han demostrado cambios en la preferencia de la detección del movimiento vertical con respecto al horizontal para el sistema visual; sin embargo, las variaciones en la disposición espacial del movimiento favorecen su detección. Si ocurre movimiento global y local opuesto simultáneamente, se produce el fenómeno de la "disolución" perceptiva de los rasgos del movimiento local y se identifican más rápidamente los rasgos del movimiento global.<sup>11,12,19</sup> Este fenómeno ocurre debido a que las neuronas responden al movimiento para una dirección específica y su actividad se incrementa cuando la dirección del movimiento es correcta. Esta actividad disminuye cuando no hay correspondencia con la dirección, pero inhibe a su vez la acción de las neuronas que responden a la dirección del movimiento opuesta.

El procesamiento visual regulado por el sistema magnocelular aporta al aprendizaje visual no solo componentes atencionales sino también su precisión y control. Este subsistema visual conforma la imagen de los cambios en los estímulos en un dominio espaciotemporal.<sup>20</sup>

## **MÉTODOS**

Se realizó un estudio descriptivo y prospectivo, desde enero hasta mayo del 2014, a fin de caracterizar la detección de la dirección del movimiento global en alumnos

de 4to a 6to grados con trastornos ortográficos, para lo cual se empleó el parche de Gabor. Se seleccionaron 2 grupos de estudiantes de 9-11 años; uno con trastornos ortográficos (a partir del criterio del logopeda y el maestro) y otro con buen rendimiento académico, todos pertenecientes a la Escuela Primaria "Nguyen Van Troi" de Santiago de Cuba. La evaluación oftalmológica para determinar si presentaban dificultades visuales o no fue realizada en la Consulta de Oftalmología del Hospital Docente Infantil Sur.

La aplicación de la prueba de detección de dirección del movimiento global se realizó a partir de un enrejado con una envolvente gaussiana o parche de Gabor, que permitiera determinar a partir de medidas empíricas como la exactitud de las respuestas y el tiempo de estas, describir la manifestación de la dominancia perceptual del movimiento global durante la detección de la dirección del movimiento coherente. Los indicadores empleados fueron los siguientes: inferencias sobre la dirección del movimiento, ventaja global y propiedades no configuracionales (orientaciones de las líneas del parche de Gabor). La aplicación se hizo con el consentimiento de los padres para participar en la investigación y la información fue tratada confidencialmente teniendo en cuenta los principios de la Declaración de Helsinki para las investigaciones en seres humanos.

- Criterios de inclusión

Niños con diagnóstico de trastorno de la ortografía definido por el logopeda y el maestro, que además no presentaran trastornos visuales manifiestos; con rendimiento académico excelente para el caso del grupo de control definido por el maestro; que no presentaran algún tipo de trastorno neuropsiquiátrico, enfermedad neurológica, retraso mental que dificultara su desempeño cognitivo o visual y sus padres aceptaran su participación en el estudio.

- Criterios de exclusión

Niños que no asistían a la escuela durante la aplicación de las pruebas de la investigación y que no deseaban participar en el estudio, aunque sus padres hubieran dado su consentimiento.

Los datos fueron procesados con el apoyo del paquete estadístico SPSS versión 18; se determinó la distribución de frecuencias, así como la estimación puntual para las medidas de exactitud de las respuestas y tiempo de respuesta.

El indicador inferencia sobre la dirección del movimiento en superficie ocluida se definió a partir de los aciertos y el tiempo de respuesta promedio en los casos donde el movimiento global y local era en la misma dirección o en una diferente.

De igual manera el indicador de ventaja global se definió a partir de los aciertos y el tiempo de respuesta promedio cuando los movimientos global y local no ocurrían en la misma dirección del local.

El indicador de las orientaciones en las líneas del movimiento se definió a partir de los aciertos en la detección de la dirección del movimiento global y el tiempo de respuesta promedio ante la oposición o correspondencia del movimiento local para distintas orientaciones de las líneas del parche de Gabor.

Los resultados de los niños con trastorno ortográficos fueron comparados con los del grupo de controles seleccionados de forma intencionada. Cabe destacar que existen ensayos donde el patrón presentado en la tarea es estático, lo cual no es objeto de análisis en este artículo.

## RESULTADOS

La tabla 1 muestra que los niños con trastornos en la ortografía presentaron mayor cantidad de errores (108 para 54,0 %) y menos aciertos (91,0 para 45,5 %) en la tarea de detección de dirección del movimiento global, con respecto al grupo de control.

**Tabla 1.** Valores de aciertos y errores en los grupos

Grupos	Frecuencia espacial del enrejado (en ciclos por segundo)	Errores	%	Aciertos	%
Trastornos ortográficos	25	108	54,0	91	45,5
Controles	31	2	2,1	198	98,8

Igualmente, los alumnos con trastornos ortográficos (tabla 2) emplearon más tiempo para responder (2098 ms) que los del grupo de control (1877 ms).

**Tabla 2.** Valores promedio, máximo y mínimo de tiempo de respuesta en los grupos

Grupos	Tiempo de respuesta promedio (en milisegundos)	Tiempo de respuesta mínimo (en milisegundos) (IC 95 %)	Tiempo de respuesta máximo (en milisegundos) (IC 95 %)
Trastornos ortográficos	2098	1148	3080
Controles	1877	1664	2371

Se pudo observar que en los niños con trastornos en la ortografía los aciertos (91) y el tiempo de respuesta promedio (1958 ms) lo obtuvieron en los casos en que el movimiento global y el local eran opuestos (tabla 3). Por el contrario, los del grupo de control pudieron detectar el movimiento global independientemente de la dirección del movimiento local, con 198 aciertos y un tiempo de 1873 ms, por lo cual mostraron una adecuada dominancia perceptual, control del mecanismo visual de detección de la dirección del movimiento y exactitud en la ejecución de la tarea. Asimismo, para los niños del primer grupo predominó la dirección del movimiento global izquierda y hacia abajo, mientras que fue hacia la derecha y arriba para el movimiento local. En el grupo de control hubo mejor exactitud en todas las combinaciones presentadas en los experimentos.

**Tabla 3.** Valores relacionados con el menor tiempo de respuesta, los aciertos y la dirección del movimiento global y local

Grupos	Aciertos	Tiempo de respuesta promedio (en milisegundos)	Dirección de movimiento global	Dirección de movimiento local
Trastornos Ortográficos	91	1958	Izquierda abajo	Derecha arriba
Controles	198	1876	Todas	Todas

Como se muestra en la tabla 4, ante diferentes orientaciones de las líneas del enrejado, los aciertos (46) en los niños con trastornos ortográficos fueron más frecuentes cuando el movimiento global ocurría de forma horizontal y el local de forma vertical, con un tiempo promedio de respuesta de 2260 ms. Para el grupo de

control, los aciertos predominaron en la orientación vertical de las líneas del movimiento, aunque el rasgo horizontal también presentó valores similares. Con respecto a la orientación vertical hubo 87 aciertos con un tiempo promedio de 1862 ms, mientras que el movimiento con una orientación horizontal de las barras fue de 71 (solo se tuvo en cuenta el tiempo del mayor número de aciertos).

**Tabla 4.** Valores relacionados con los aciertos, el menor tiempo de respuesta y las orientaciones de las líneas del enrejado

Grupo	Aciertos/Orientación	Menor tiempo de respuesta (en milisegundos)	Orientación de las barras en movimiento
Trastornos Ortográficos	46	2260	Horizontal
Controles	87	1862	Vertical

## DISCUSIÓN

En este estudio existieron dificultades en las inferencias perceptuales durante la detección de la dirección del movimiento. Para caracterizar estas inferencias perceptuales se consideró que las diferencias entre los grupos se expresaron en la exactitud del desempeño para todo el experimento y en los tiempos de respuestas. Así, el rango del tiempo de ejecución empleado por el grupo de control fue inferior al de los niños con trastornos ortográficos. También existieron diferencias en cuanto a los errores, omisiones y aciertos en ambos grupos; se mostró una mejor ejecución de la tarea de detección de la dirección en los controles.

La percepción es constante pero, apoyada en la experiencia individual, se pueden interpretar imágenes ambiguas y cambiar la representación de la superficie de la figura a fondo y viceversa. La oclusión o superposición en una superficie no impide determinar los rasgos en la continuidad de la imagen. La interpretación de la continuidad del movimiento global y, por consiguiente, la detección de la dirección del movimiento, independientemente de la dirección del movimiento local o parche de Gabor, es un evento que tiene prioridad perceptiva por su carácter global como propone Navon (1977) en su hipótesis de precedencia global.<sup>16,17</sup> A partir de este análisis se puede considerar que los niños con trastornos ortográficos presentan dificultades en la utilización de rasgos de continuidad del movimiento como inferencia para percibir comienzo y final de este.

Los rasgos de la continuidad del movimiento, tales como detección de contornos y orientación de las barras facilitan la detección de la dirección del movimiento, pero los niños con trastornos ortográficos no pueden optimizar esta detección. En la actualidad, las investigaciones indican que los casos donde están presentes estas dificultades pueden también presentar deficiencias en el funcionamiento de las neuronas asociadas con la detección de la dirección.

Por otra parte, la percepción del movimiento global en los niños con trastornos en la ortografía ha sido poco estudiada, pero en este trabajo se muestra que existen deficiencias al realizar las inferencias perceptuales en superficies ocluidas durante la detección de un estímulo global (movimiento global) en presencia de un estímulo local (movimiento local); por tanto, no se pone de manifiesto la ventaja perceptiva del estímulo global con respecto al local.

Otro elemento que indica las deficiencias perceptivas en la detección de la dirección del movimiento en los trastornos ortográficos está relacionado con las dificultades en la detección de la dirección de las barras horizontales y verticales con respecto a los controles.

Teniendo en cuenta que las peculiaridades del procesamiento visual del lenguaje escrito incluyen un reconocimiento de las palabras como identidades abstractas de cada letra para posteriormente reproducirlas en la escritura, se podría asegurar que las dificultades en procesos perceptuales donde se conforman todos los rasgos esenciales visuoespaciales de los estímulos y los problemas en estos mecanismos indican que durante la formación de la imagen gráfica pueden provocarse deficiencias en la integración perceptiva de los rasgos globales y locales del movimiento para conformar una adecuada organización perceptiva de la escena visual.

Existen un conjunto de dificultades en la organización perceptiva de los niños con trastornos ortográficos en cuanto a la detección de la dirección del movimiento global en presencia de movimiento local, que se caracterizan por problemas en las inferencias perceptuales para el movimiento global, no local en presencia de igual y opuesta dirección; la ventaja global no facilita la detección de la dirección del movimiento a pesar de la precedencia perceptiva y se presentan dificultades en la percepción de rasgos de continuidad del movimiento incluso en los casos donde la orientación de las barras se disponen en planos opuestos.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Pammer K, Lavis R, Cornelissen P. Visual encoding mechanisms and their relationship to text presentation preference. *DYSLEXIA*. 2004;10(2): 77-94.
2. McKendrick AM, Badcock DR, Morgan WR. The Detection of both Global Motion and Global Form Is Disrupted in Glaucoma. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2005; 46(10): 3693-701.
3. Chen Y, Nakayama K, Levy D, Matthyse S, Holzman P. Processing of global, but not local, motion direction is deficient in schizophrenia. *Schizophrenia Research*. 2003; 61: 215-27.
4. Borst A, Egelhaaf M. Principles of visual motion detection. *Trends Neurosci*. 1989; 12(8): 297-306.
5. Blanca MJ, López Montiel D, López Montiel G. Factores que interactúan con la dominancia global en el procesamiento de estímulos jerárquicos. *Anales de Psicología*. 2006; 22(2): 273-89.
6. Benedet MJ. *Fundamento teórico y metodológico de la neuropsicología cognitiva*. Madrid: Editorial INSERSO; 2002.
7. Serrano Chica FD. *Disléxicos en español: papel de la fonología y la ortografía*. Tesis doctoral. Granada: Universidad de Granada; 2005.
8. Armstrong V, Maurer D, Lewis TL. Sensitivity to first - and second - order motion and form in children and adults. *Vision Res*. 2009; 49(23): 2774-81.
9. Flombaum JI, Scholl BJ, Santos LR. Spatiotemporal priority as a fundamental principle of object persistence. *Oxford Scholarship Online*; 2012.
10. Blanca MJ, Luna R, López Montiel D, Rando B, Zalabardo C. Procesamiento global y local con tareas de categorización de la orientación. *Anales de Psicología*. 2001; 17(2): 247-54.

11. Jones DG, Anderson ND, Murphy KM. Orientation discrimination in visual noise using global and local stimuli. *Vision Res.* 2003; 43: 1223–33.
12. Galletti C, Fattori P. Neuronal mechanisms for detection of motion in the field of view. *Neuropsychologia.* 2003; 41(13): 1717–27.
13. Lamouret I, Cornilleau-Pérès V, Droulez J. Lines and dots: characteristics of the motion integration process. *Vision Res.* 2001; 41(17): 2207–19.
14. Blanca MJ, Luna R, López D, Zalabardo C, Rando B. Características de los estímulos y de la tarea en el procesamiento de los rasgos global y local. *Psicológica.* 2001; 22: 267-91.
15. Iribarren C, Jarema G, Lecours AR. Two different dysgraphic syndromes in a regular orthography, spanish. *Brain Lang.* 2001; 77(2): 166–75.
16. Smith EE, Osherson DN. An invitation to cognitive science. 2 ed. Milan: Istituto San Raffaele; 1995.
17. Nigel W. Visual Development. 2 ed. USA: Springer Science; 2006.
18. Styles EA. Attention, perception and memory: an integrated introduction. New York: Psychology Press; 2005.
19. Encyclopedia of Neuroscience. Berlin: Springer-Verlag; 2009 [citado 8 Feb 2015].
20. Stein J. Visual motion sensitivity and Reading. *Neuropsicología.* 2003; 41:1785–93.

Recibido: 23 de octubre de 2014.

Aprobado: 23 de junio de 2015.

*Onelia Carballo Reina.* Centro de Neurociencias y Procesamiento de Imágenes y Señales, Universidad de Oriente, Avenida de Las Américas s/n, Santiago de Cuba, Cuba. Correo electrónico: [oneliacr@fie.uo.edu.cu](mailto:oneliacr@fie.uo.edu.cu)