

# Prevalencia de alteraciones de la visión al color y de alteraciones visomotoras en tres localidades de Bogotá

## Prevalence Determination of Impaired Color Vision and Visual-Motor Dysfunction in Three Localities of Bogota

KEVIN ALEXIS NEUTA GARCÍA\*  
MARCELA CAMACHO MONTOYA\*\*

### RESUMEN

**Objetivo:** determinar la prevalencia de las alteraciones de la visión al color y visomotoras en un grupo de niños en edades entre cinco y quince años, en las localidades de Fontibón, Puente Aranda y Usaquén en Bogotá. **Metodología:** se realizó un estudio observacional descriptivo en 243 pacientes que estudiaban en colegios representativos de cada localidad. A cada niño se le aplicaron los test de integración visomotora (vMI), Ishihara y Farnsworth. El análisis estadístico se realizó por medio de tablas de contingencia y  $\chi^2$ . **Resultados:** la prevalencia de las alteraciones en la visión al color fue de 6,7% (6/89 test de Ishihara) y 14,6% (13/89 test de Farnsworth) para el colegio España de Puente Aranda; 2,4% (2/84 test de Ishihara), y 4,8% (4/84 test de Farnsworth) para el colegio Pablo Neruda de Fontibón, y 2,9% (2/70 test de Ishihara) y 10% (7/70 test de Farnsworth) para el colegio de La Salle de Usaquén. La prevalencia de disfunciones visomotoras fue de 55,1% (49/89) para el colegio España de Puente Aranda, 28,6% (24/84) para el colegio Pablo Neruda de Fontibón y 18,6% (13/70) para el colegio de La Salle de Usaquén. **Conclusiones:** la prevalencia de alteraciones en la visión al color y las disfunciones visomotoras fue mayor en las localidades de Fontibón y Puente Aranda que en la localidad de Usaquén.

### Palabras clave:

visión al color, integración visomotora, prevalencia.

### ABSTRACT

**Objective:** To determine the prevalence of impaired color vision and visual motor dysfunction in a group of children aged between five and fifteen years in the localities of Fontibon, Puente Aranda and Usaquén in Bogota. **Methodology:** We conducted a descriptive study in 243 patients who were studying in schools representing each locality. Each child was subjected to the Ishihara and Farnsworth tests of visual-motor integration (vMI). Statistical analysis was performed using contingency tables and  $\chi^2$ . **Results:** The prevalence of impairments in color vision was 6.7% (6/89 Ishihara test) and 14.6% (13/89 Farnsworth test) for the Spanish school in Puente Aranda, 2.4% (2/84 Ishihara test) and 4.8% (4/84 Farnsworth test) for the Pablo Neruda school in Fontibón, and 2.9% (2/70 Ishihara test) and 10% (7 / 70 Farnsworth test) for the La Salle School in Usaquén. The prevalence of visual-motor dysfunction was 55.1% (49/89) for the Spanish school in Puente Aranda, 28.6% (24/84) for the Pablo Neruda school in Fontibón, and 18.6% (13/70) for the La Salle School in Usaquén. **Conclusions:** The prevalence of impaired color vision and visual motor dysfunction was higher in the villages of Puente Aranda and Fontibon than in the town of Usaquén.

### Keywords:

Color vision, visual-motor integration, prevalence.

\*Optómetra, Universidad de La Salle. Maestrante en Ciencias de la Visión, Universidad de La Salle.

\*\* Optómetra, Universidad de La Salle. Maestrante en Administración, Universidad de La Salle. Docente investigadora, Universidad de La Salle. Grupo de Optometría Pediátrica, Terapia y Rehabilitación Visual.

## INTRODUCCIÓN

Al evaluar el proceso visual es importante considerar aspectos relevantes en el desarrollo de la vida normal de las personas como la percepción al color y la integración visomotora. Los seres humanos somos capaces de reconocer solo una pequeña porción del espectro electromagnético y, dentro de este, el espectro visible que está comprendido en longitudes de onda entre 380 y 700 nm. Las otras longitudes de onda no son reconocidas porque no son transmitidas por los medios refringentes del ojo o porque no son absorbidas por los fotopigmentos de la retina (Schwarztz, 1998).

Dichas longitudes comprenden la percepción o visión del color, la cual es un proceso que nos permite decodificar la información proveniente de los diferentes estímulos luminosos, de acuerdo con las diferentes longitudes de onda, y así interpretar algunas de las características de los objetos. Este mecanismo es resultado de dos tipos de fotorreceptores diferentes, tanto morfológica como funcionalmente: los conos y los bastones. Los bastones son sensibles a bajas intensidades luminosas e intervienen en la visión nocturna (escotópica) y los conos en la visión diurna y cromática (fotópica). Son células de forma alargada, polarizadas en cuanto a su forma y función y segmentadas en subregiones con diferente papel funcional (Urtubia, 1997).

La percepción del color está dada por los conos, que a su vez se subdividen en tres tipos: conos L (sensibles a longitudes de onda larga o roja), conos M (sensibles a longitudes de onda media o verde) y conos S (sensibles a longitudes de onda corta o azul). Los conos L y M constituyen la mayoría de los conos, es decir, el 85 o 90% de la totalidad. La distribución de los conos varía en los diferentes lugares de la retina: los conos S se concentran en la periferia, aproximadamente a dos grados del centro de la fóvea (Zrenner, 1981).

El análisis de la información cromática no se efectúa mediante la actividad de cada tipo de cono, sino por la comparación entre poblaciones de

conos que se activan simultáneamente (“código de población”). Así, las señales originadas por los conos sensibles al verde y al rojo deben interactuar para formar la pareja oponente rojo-verde, y las de los tres tipos de conos deben hacer lo propio para formar los oponentes azul-amarillo, ya que la sensación de amarillo resulta de la oposición rojo-verde (Zrenner, 1981).

La evidencia fisiológica de la teoría de los procesos oponentes fue obtenida por Gunnar Svaetchin en 1953, quien descubrió los potenciales S en las células horizontales de la retina de teleósteos, si bien pensó que se debían a los conos, y fue Kaneko quien en 1970 atribuyó correctamente a este tipo celular un tipo de respuestas despolarizantes para un tipo de longitud de onda e hiperpolarizantes para otra (Urtubia, 1997). Existen diferentes test para evaluar la visión al color, uno de ellos es el de Ishihara, el cual consta de 15 láminas en las que se presentan una serie de placas, cada una de las cuales contiene: un círculo de puntos que aparecen al azar en color y tamaño, mostrando un número o una figura. Esta prueba determina las deficiencias al color rojo-verde, alteraciones congénitas (Schwartz, 1999).

Otra prueba que evalúa la condición de la visión al color y que a su vez es más específica, ya que clasifica el tipo de anomalía, es el test de Farnsworth. Este se aplica mediante el principio de comparación. Está compuesto por 16 botones de colores escogidos en el atlas Müselli, de forma que los intervalos entre tonos (Hue de Müselli) sean aproximadamente iguales, así como la luminosidad (Value de Müselli) y la saturación (Chroma de Müselli). Todos los botones llevan un número de orden en el reverso: a excepción del botón de referencia que lleva la letra P, y de 1 a 15 para el resto de botones (Pretel, 2008).

La integración visomotora es el grado en el cual la percepción visual y los movimientos de la mano y los dedos están coordinados adecuadamente. Esta habilidad puede ser evaluada por medio del test de integración visomotora (Beery VMI), el cual

consiste en una secuencia de desarrollo de formas geométricas para que sean copiadas con papel y lápiz. Está diseñado para valorar la capacidad por la cual los individuos pueden integrar sus habilidades visuales y motoras (coordinación ojo-mano); puede ser usado para identificar, a través de un examen temprano, a niños con disfunciones en las habilidades de integración visomotora (Beery y Beery, 2006).

Tal como lo señala el manual del test, la integración visomotora debería ser la primera respuesta sensorial en desarrollarse. Kephart enfatizó la importancia de esta integración, pues notó que un niño puede tener bien desarrolladas las habilidades visuales y motoras y ser incapaz de integrarlas, por lo que supuso que la integración puede partir de la función subcortical (Beery y Beery, 2006). Por su validez y reproducibilidad, el Beery VMI ha sido utilizado como test complementario en varios estudios en los que se evalúa el desarrollo neurológico y cognoscitivo de los niños expuestos a factores de riesgo tales como agentes neurotóxicos como el plomo y el mercurio, con más significancia que otros test. Sin embargo, el efecto de los agentes neurotóxicos y otros factores externos como el estado nutricional, agentes ambientales y estado socioeconómico requieren más investigaciones, pues pueden afectar, de manera directa o indirecta, el desarrollo normal de las habilidades de percepción visual y más específicamente en este caso, de integración visomotora.

En cuanto a los agentes ambientales, para el presente estudio fue de gran importancia resaltar los efectos del plomo, por su presencia en las zonas evaluadas, debido a que la exposición a este metal se ha asociado con efectos adversos en la conducta, incluyendo una disminución en la capacidad de concentración y un aumento en la hiperactividad, así como a una sutil deficiencia en la agudeza acústica (Thomas, 2003). En cuanto a los niños, se sabe que absorben más plomo que los adultos y lo almacenan en menor proporción en los huesos (es decir, existe más cantidad de plomo disponible para ser distribuido a los tejidos blandos como

el cerebro), lo excretan en menor proporción, y en ellos la barrera hematoencefálica todavía está inmadura, lo cual facilita la llegada del plomo al tejido nervioso central (Díaz, 1998). En presencia de plomo en sangre, en promedio de  $10,5 \pm 3$  mg/dL, al practicar el test de Beery VMI, se ha encontrado que un 2,6% de la población presenta alteraciones a nivel visomotor, con resultados bajos en la prueba aplicada (Medina et ál., 2005).

En Bogotá se ha evidenciado la presencia de metales pesados en partículas respirables  $PM_{10}$  en la atmósfera, entre las cuales se encuentran el plomo y el mercurio. En la localidad de Puente Aranda los niveles de plomo y mercurio se encuentran entre  $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $111 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , niveles similares a los encontrados en la localidad de Fontibón y en los municipios de Soacha, Sibaté, Cajicá y Tausa. Es de resaltar la importancia de la evidencia encontrada en estudios previos, en los que se han demostrado los efectos adversos más tempranos del plomo y el mercurio en poblaciones de niños pequeños, pues empiezan con niveles de 100 a 150  $\mu\text{g}$  Pb/L aire. Dichas investigaciones demuestran también la contaminación extramural en Bogotá y la sabana de Bogotá, respectivamente (Pachón y Sarmiento, 2008).

Las localidades de Puente Aranda y Fontibón son las más contaminadas de la ciudad de Bogotá, debido a que son centros de actividad humana e industrial con alta concentración de flujo vehicular y condiciones climáticas desfavorables, factores estos que han generado una diversidad de problemas interrelacionados que afectan las condiciones ambientales y atentan contra la calidad de vida de sus habitantes, según la Secretaría de Salud de Bogotá en el 2005 (Pachón y Sarmiento, 2008). La localidad de Puente Aranda se encuentra ubicada al centro-occidente de la ciudad. Esta localización es conveniente para el estudio ya que, según la Secretaría Distrital de Ambiente, los vientos convergen en esta zona e influyen en la permanencia de contaminantes atmosféricos que pueden ocasionar efectos en la salud de la población residente y flotante (Pachón, 2004).

El propósito de nuestro estudio consistió en evaluar la condición de la visión al color y la integración visomotora en niños que estudian en colegios de tres localidades de Bogotá, debido a que estos test permiten detectar y clasificar alteraciones congénitas o adquiridas de la visión al color, conocer el estado de la coordinación ojo-mano de los niños y, en algunos de los casos, poder relacionarlos con problemas de aprendizaje. Las Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ) escogidas para la muestra expuesta fueron dos con condiciones ambientales y socioeconómicas desfavorables: Fontibón y Puente Aranda, y para la muestra control una con mejor situación social, económica y ambiental, con el fin de establecer la prevalencia de alteraciones en la visión al color y disfunciones en la integración visomotora en niños que viven en diferentes contextos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional descriptivo. Se tomó una muestra de 300 niños, 100 por cada localidad (Fontibón, Puente Aranda, Usaquén) en edades comprendidas entre cinco y catorce años, estudiantes de colegios de dichas localidades, cuyos padres firmaron y entregaron el consentimiento informado. La investigación fue avalada éticamente por el Comité de Investigaciones de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de La Salle.

Como criterios de inclusión se tuvieron en cuenta niños en edad escolar, residentes y estudiantes de dichas localidades que fueran clínicamente emétopes o presentaran 20/20 de agudeza visual, sin sintomatología asociada a la visión, sin estrabismos manifiestos, con punto próximo de convergencia entre 0 y 15 centímetros. Al tener en cuenta estos criterios de inclusión, se analizó una muestra total de 243 niños, a quienes se les aplicó los test de Ishihara y Farnsworth para la visión al color y el de Beery VMI para la integración visomotora. Los resultados de los test de visión al color se clasificaron como normales y anormales, para facilitar su análisis estadístico. Los resultados del VMI se

clasificaron por categorías, así: “por debajo del promedio” (puntajes inferiores a 90), “en el promedio” (puntajes entre 90 y 110) y “por encima del promedio” (puntajes superiores a 110).

El análisis estadístico se realizó por medio de tablas de contingencia para conocer la relación entre los test con respecto al género de los niños en cada uno de los colegios analizados. Para determinar la significancia estadística se utilizó la prueba de  $\chi^2$ , con un nivel de significancia de 0,05 y un grado de libertad; también se realizaron tablas de contingencia para cruzar las variables de ambos test.

## RESULTADOS

### POBLACIÓN

La muestra final fue de 243 pacientes distribuidos de la siguiente manera: 70 en el colegio de La Salle de la localidad de Usaquén, 84 en el colegio Pablo Neruda de la localidad de Fontibón y 89 en el colegio España de la localidad de Puente Aranda. La edad promedio fue de nueve años para los niños y ocho años para las niñas en los tres colegios. En cuanto al género, la distribución fue similar para cada colegio: 52% niñas y 48% niños. El nivel socioeconómico se basó en las UPZ escogidas: en las localidades de Fontibón y Puente Aranda fueron estratos 1 y 2 y en Usaquén estratos 4 y 5.

Las alteraciones presentadas en los test de visión al color, Ishihara y Farnsworth fueron clasificadas en normales y anormales para facilitar su análisis estadístico. La frecuencia de las disfunciones visomotoras en la prueba de Beery VMI se clasificó según la categorización por puntuación estándar descrita en los manuales de los test: debajo del promedio, sobre el promedio o encima del promedio.

### VISIÓN AL COLOR (TEST DE ISHIHARA Y FARNSWORTH)

Las prevalencias de las alteraciones en la visión al color para los colegios por localidad fueron las

siguientes: en el test de Ishihara en los niños de la localidad de Usaquén (grupo control) se encontró una anomalía del 2,9% (2/70), en la localidad de Puente Aranda de 6,7% (6/89) y en la localidad de Fontibón de 2,4% (2/84) (figura 1). Para el test de Farnsworth la prevalencia de resultados anormales fue de 10% (7/70) para la localidad de Usaquén, 14,6% (13/89) para la localidad de Puente Aranda y 4,8% (4/84) para la localidad de Fontibón (figura 2).

Estos resultados hacen evidente que la localidad de Puente Aranda, expuesta a los factores riesgo, es la localidad de mayor cantidad de resultados anormales; sin embargo, en la muestra control, localidad de Usaquén, se encontró mayor presencia de resultados anormales con respecto a la localidad de Fontibón, expuesta también al factor de riesgo.

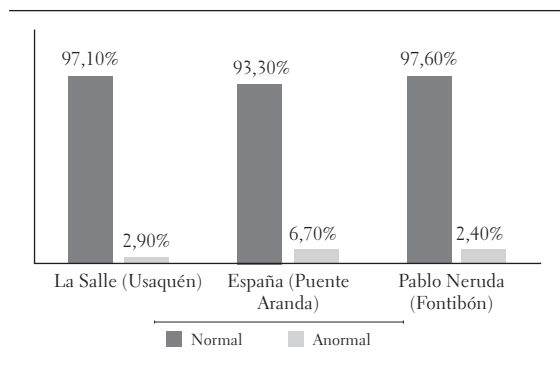


FIGURA 1. Porcentajes de alteraciones en la visión al color valoradas con el test de Ishihara en la población objeto de estudio, perteneciente a las localidades de Usaquén, Puente Aranda y Fontibón, Bogotá

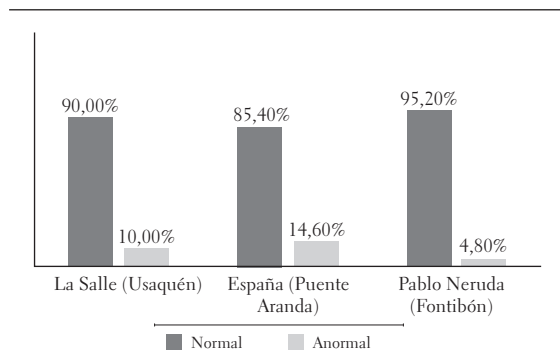


FIGURA 2. Porcentajes de alteraciones en la visión al color valoradas con el test de Farnsworth en la población objeto de estudio, perteneciente a las localidades de Usaquén, Puente Aranda y Fontibón, Bogotá

## INTEGRACIÓN VISOMOTORA (BEERY VMI)

El nivel de disfunciones en la integración visomotora por localidad fue, para el grupo control (localidad de Usaquén), de 18,6% (13/70) en valores debajo del promedio, 31,4% (22/70) sobre el promedio y 50% (35/70) por encima de este. Para la localidad de Puente Aranda fue de 55,1% (49/89) por debajo del promedio, 28,1% (25/89) sobre el promedio y 16,9% (15/89) reportó valores por encima de este. En la localidad de Fontibón se observaron 28,6% (24/84) disfunciones por debajo del promedio, 51,2% (43/84) sobre el promedio y 20,2% (17/84) encima de este. Se observa que en los grupos expuestos se presentan mayores porcentajes de prevalencias de disfunciones visomotoras. La localidad de Puente Aranda es la de mayor porcentaje de disfunciones en la integración visomotora, seguida por la de Fontibón. La localidad de Usaquén, grupo control, fue la de menor porcentaje (figura 3).

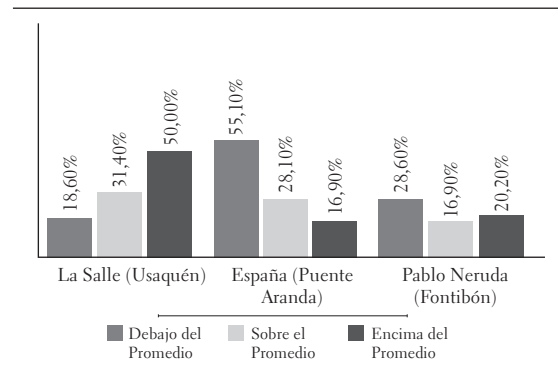


FIGURA 3. Porcentajes de disfunciones visomotoras valoradas con el Beery VMI en la población objeto de estudio, perteneciente a las localidades de Usaquén, Puente Aranda y Fontibón, Bogotá

Para determinar la relación existente entre los test de color (Ishihara y Farnsworth) y el Beery VMI, se realizaron tablas de contingencia en las que se cruzaron los resultados. Se obtuvieron los siguientes resultados:

*La relación entre los test de Ishihara y VMI, tal como se observa en la tabla 1, fue:* en el colegio de La Salle se observó que los resultados para el test de Ishihara en la mayoría de los niños fue normal:

68 niños de 70 (97,1%), y en cuanto al test VMI la mayoría obtuvo valores por encima del promedio: 35 niños de 70 (50,0%) o sobre el promedio: 22 niños de 70 (31,4%). En el colegio España se observó que los resultados para el test de Ishihara en la mayoría de los niños fueron normales: 83 niños de 89 (93,3%), y para el test VMI la mayoría obtuvo valores por debajo del promedio: 49 niños de 89 (55,1%), y sobre el promedio, 25 niños de 89 (28,1%).

En el colegio Pablo Neruda los resultados para el test de Ishihara en la mayoría de los niños fueron normales (EP): 82 niños de 84 (97,6%), y para el test VMI la mayoría obtuvo valores sobre el promedio (EP): 43 niños de 84 (51,2%), y por debajo del promedio (DP) 24 niños de 84 (28,6%).

*La relación entre los test de Farnsworth y VMI, tal como se observan en la tabla 2, fue:* para el colegio de La Salle los resultados para el test de Farnsworth en la mayoría de los niños fueron normales, con 63 niños de 70 (90,0%), mientras que solo presentó valores normales el 10,0% (7/70) de los niños. En cuanto al test VMI, la mayoría obtuvo valores por encima del promedio, con 35 niños de 70 (50,0%), y sobre el promedio 22 niños de 70 (31,4%). En el colegio España se observó que los resultados del test

de Farnsworth en la mayoría de los niños fueron normales, con 76 de 89 niños (85,4%), mientras que el 14,6% (13 de 89) presentó valores anormales. Para el test VMI, 49 de 89 niños obtuvieron valores por debajo del promedio (55,1%) y 25 de 89 sobre este (28,1%). En cuanto al colegio Pablo Neruda, se pudo observar que los resultados del test de Farnsworth en el 95,2% de los niños fueron normales (80 de 84 niños). En el test VMI, 43 de 84 niños obtuvieron valores sobre el promedio (51,2%) y 24 de 84 (28,6%) por debajo de este.

Los porcentajes descritos en los resultados evidencian que en los test de Ishihara y Farnsworth la mayoría de los niños presentaron valores normales, comportamiento que fue similar en todos los colegios, y aunque solo un pequeño porcentaje de resultados anormales fueron reportados por niños de cada institución, no fueron estadísticamente significativos. Cabe resaltar que aunque el chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) no fue válido en ningún caso, este sí tiene una importancia clínica, ya que los niños con estos resultados no habían sido diagnosticados con anterioridad.

En cuanto a los porcentajes descritos para el test Beery VMI, aunque no se encontraron evidencias de que exista relación entre las variables de estudio

TABLA 1. Contingencia de resultados: Ishihara y VMI

		ISHIHARA								
		LA SALLE			ESPAÑA			PABLO NERUDA		
		ANORMAL (N° [%])	NORMAL (N° [%])	TOTAL (N° [%])	ANORMAL (N° [%])	NORMAL (N° [%])	TOTAL (N° [%])	ANORMAL (N° [%])	NORMAL (N° [%])	TOTAL (N° [%])
DP		0 (0)	13 (18,6)	13 (18,6)	5 (5,6)	44 (49,4)	49 (55,1)	0 (0)	24 (28,6)	24 (28,6)
VMI	SP	1 (1,4)	21 (30,0)	22 (31,4)	1 (1,1)	24 (27,0)	25 (28,1)	2 (2,4)	41 (48,8)	43 (51,2)
	EP	1 (1,4)	34 (48,6)	35 (50,0)	0 (0)	15 (16,9)	15 (16,9)	0 (0)	17 (20,2)	17 (20,2)
	Total	2 (2,9)	68 (97,1)	70 (100)	6 (6,7)	83 (93,3)	89 (100)	2 (2,4)	82 (97,6)	84 (100)

TABLA 2. Contingencia de resultados: Farnsworth y VMI

		FARNSWORTH								
		LA SALLE			ESPAÑA			PABLO NERUDA		
		ANORMAL (N° [%])	NORMAL (N° [%])	TOTAL (N° [%])	ANORMAL (N° [%])	NORMAL (N° [%])	TOTAL (N° [%])	ANORMAL (N° [%])	NORMAL (N° [%])	TOTAL (N° [%])
DP		1 (1,4)	12 (17,1)	13 (18,6)	6 (6,7)	43 (48,3)	49 (55,1)	1 (1,2)	23 (27,4)	24 (28,6)
VMI	SP	2 (2,9)	20 (28,6)	22 (31,4)	6 (6,7)	19 (21,3)	25 (28,1)	2 (2,4)	41 (48,8)	43 (51,2)
	EP	4 (5,7)	31 (44,3)	35 (50,0)	1 (1,1)	14 (15,7)	15 (16,9)	1 (1,2)	16 (19,0)	17 (20,2)
	Total	7 (10,0)	63 (90)	70 (100)	6 (6,7)	76 (85,4)	89 (100)	4 (4,8)	80 (95,2)	84 (100)

género y edad, el  $\chi^2$  (que no fue válido en ningún caso), evidenció que en los niños de los colegios España y Pablo Neruda, pertenecientes a la muestra expuesta, presentan la mayor prevalencia de disfunciones en la integración visomotora, con más del 25% de puntajes entre 70 y 109, equivalentes a la categorización “debajo del promedio” y “sobre el promedio”, mientras que en el colegio de La Salle la mayoría de los valores del VMI se encontraron en puntajes entre 110 y 129, es decir, por encima del promedio. Estos resultados podrían también estar afectados por posibles diferencias en la calidad escolar en la que se encuentran las diferentes poblaciones estudiadas, haciendo que los niños que tienen una mejor calidad de educación, localidad de Usaquén, tenga mejor desarrolladas las habilidades de coordinación ojo-mano.

Por último, en las tablas de contingencia se muestra que no hay relación estadísticamente significativa entre los test de color, Farnsworth e Ishihara y el test de integración visomotora Beery VMI.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en las pruebas de color evidencian normalidad en la mayoría de los niños evaluados, aunque algunos niños pertenecientes a los colegios ubicados en las zonas expuestas a altos niveles de contaminación por plomo y mercurio presentaron anormalidad en el test de Farnsworth, con el mayor grado de confusión en la percepción del color azul-amarillo (tritanomalía). Estos resultados concuerdan con investigaciones como la de Gobba, Nerudová, Luká, Ábelková y Cikrt (2003), quienes demostraron que la exposición al vapor de mercurio puede inducir la alteración en la percepción del color con confusión en el color azul-amarillo en el test de Farnsworth. Además, concluyeron que la visión de color parece ser una función fisiológica muy sensible a varios productos químicos. De este modo, se puede deducir que de acuerdo con los resultados encontrados, uno de los factores que puede generar neurotoxicidad en la muestra evaluada es la exposición de mercurio en aire.

En el test de Ishihara fueron pocas las alteraciones que se presentaron en los niños pertenecientes a las localidades expuestas al factor de riesgo; sin embargo, todos los pacientes viven y estudian en la localidad, condición que genera contradicción con la investigación de Gobba, Nerudová, Luká, Ábelková y Cikrt (2003), antes mencionada, de acuerdo con la cual hay alteraciones en la percepción de color en pacientes con exposición constante a plomo y mercurio. Cabe resaltar el estudio realizado por Rivera (2002), en el que se refiere que la exposición a plomo de la madre gestante puede influir negativamente en el desarrollo fetal normal y de esta forma producir alteraciones congénitas o alteraciones en la percepción de color. Esto contradice, en parte, los resultados encontrados en nuestro proyecto, al no encontrarse alteraciones en la percepción al color, aunque es importante considerar que no se realizó evaluación ni seguimiento a madres gestantes. Estas diferencias pueden deberse a que, a pesar de que los pacientes están expuestos al factor de riesgo, no se indagó sobre la procedencia de las madres o el lugar donde cada paciente evaluado vivió el periodo de gestación.

En esta investigación la prevalencia de alteraciones al color fue similar en los géneros de cada colegio, con seis hombres (2,46%) y cuatro mujeres (1,64%) en toda la población, por lo que se relaciona con la investigación de Shceiman (2006), en donde se expone que la prevalencia de alteraciones adquiridas al color es similar en ambos géneros, mientras que las alteraciones congénitas al color se hallan en mayor porcentaje en el género masculino y disminuyen en el género femenino.

Tal como se mencionó anteriormente, no se encontró relación entre los resultados anormales en los test de visión al color y las disfunciones presentes en el Beery VMI; esto último puede estar relacionado con otros factores que no dependen del sistema óptico visual, tal como lo evidenció Merchán (2009), al evaluar 21 niños entre cuatro y siete años con agudezas visuales menores a 20/40, que presentaban retraso en las habilidades

perceptuales visuales asociado a ametropías no corregidas, comúnmente hipermetropía.

Los resultados de la evaluación visomotora en los niños de los colegios de las zonas expuestas al factor de riesgo demostraron una tendencia de resultado Beery VMI por debajo del promedio, lo que puede deberse a la exposición a plomo y mercurio en aire. Esto se relaciona con el estudio de Medina et ál. (2005), en el que se evidenció retraso en las habilidades visomotoras en los resultados del Beery VMI en el 2,6% de la población evaluada que estaba expuesta a plomo. Esto se refuerza con la premisa de González (2004), la cual refiere que existe absorción de plomo por vías respiratorias, lo que genera una consecuente neurotoxicidad y disfunción de algunas habilidades perceptivas y motoras.

La investigación de Rivera (2003) evidencia posibles disfunciones a nivel visomotor en pacientes expuestos a plomo en sangre, y aunque fueron valorados con el test de Frostig 2, el cual evalúa la aptitud perceptiva visual de los niños con la finalidad de determinar problemas en el aprendizaje, el 3,1% de la población reportó retraso en las habilidades visomotoras. Esta investigación no determinó que el plomo fuera el causante directo de estas disfunciones, pero sí el de problemas de aprendizaje e irritabilidad, entre otros.

Las alteraciones presentes en la visión al color, evidenciadas con el test de Ishihara, pueden deberse a factores hereditarios, aunque en este caso no se evidencia lo expuesto por Shceiman (2006), ya que solo fueron dos casos, uno por género (1,42%). Sin embargo, en cuanto al test de Farnsworth, que sugiere que el defecto puede ser adquirido, sí se evidencia lo expuesto por dicho autor, ya que se presentaron seis niños con resultados anómalos para esta prueba, tres por cada género (4,28%).

Muchos estudios, entre ellos el realizado por González (2004), concluyen que el plomo es el mayor causante de alteraciones cognoscitivas, lo que puede indicar que los resultados anómalos en el

test de habilidades visomotoras en las localidades expuestas al factor de riesgo se deban al alto índice de plomo en aire. La diferencia en los resultados del test de integración visomotora entre los niños de los colegios expuestos al factor de riesgo y los del colegio no expuesto, puede estar relacionada con la diferencia sociocultural, pues los colegios expuestos al factor de riesgo pertenecen a estratos 1 y 2, mientras que el colegio control pertenece a estratos 4 y 5, lo que se corresponde con la investigación realizada por Calderón (2006). En esta se reportó que las diferencias socioculturales son un factor que puede afectar las habilidades visoperceptuales, al medir pacientes que viven en zonas marginales de Bogotá y encontrar alteraciones en el neurodesarrollo, lo que por supuesto afecta las habilidades visomotoras, tal como se presentó en los pacientes de las localidades de Fontibón y Puente Aranda. Caso contrario se dio en el colegio ubicado en la localidad de Usaquén (de alto estrato sociocultural), donde se corroboró lo esperado para dicha investigación, al encontrar en la mayoría de la población normalidad en la evaluación del estado visomotor y en las habilidades visoperceptuales, con resultados sobre el promedio y por encima de este.

Es importante resaltar que las disfunciones en la integración visomotora observadas en los colegios de zonas expuestas al factor de riesgo, a diferencia del colegio no expuesto, pueden deberse no solo a la exposición a plomo y mercurio, sino también a una variedad de factores entre ellos las condiciones socioeconómicas y culturales de las familias de los niños, como se mencionó anteriormente, ya que al haber más posibilidades económicas existe mayor estimulación, prevención y calidad en la atención médica, buenos hábitos alimenticios y mejores niveles proteínicos, los cuales les permiten obtener tanto un buen desempeño académico como un mejor desarrollo intelectual. A un niño que no satisfaga la necesidad de una sana y completa alimentación, se le dificulta la autorrealización o autosuperación, su cuerpo sufre cambios y algunas consecuencias como problemas de aprendizaje, retención de memoria, enfermedades y bajo rendimiento escolar.



No existe relación entre los resultados de los test de visión a color Ishihara y Farnsworth y los del Beery VMI, ya que estadísticamente las alteraciones en los test de color no son significativas en comparación con las disfunciones presentes en el Beery VMI, que presentan significancia para los resultados de anormalidad.

No existe relación entre género, edad y prevalencia de las alteraciones. No se evidenció que las disfunciones en los resultados del Beery VMI afecten más a un género que a otro, pero en los tres colegios los niños en edades entre 0 y 5 y 9-11, los valores de VMI estaban sobre el promedio y por encima de este, puntajes entre 90 y 129, mientras que en las otras edades hubo mayor frecuencia de niños con valores por debajo del promedio, puntajes entre 70 y 89.

No existe relación entre la prevalencia y los grupos de edades en cuanto a las alteraciones de visión a color; fueron similares en cuanto a género y edad. En el colegio que más se presentaron fue en el colegio España, ubicado en la localidad de Puente Aranda, expuesto al factor de riesgo.

La exposición al plomo y mercurio en aire puede ser una de las causas de disfunciones en cuanto a la integración visomotora en esta investigación, teniendo en cuenta la relación que guarda con los antecedentes en los que se evaluó dicho proceso visual y la exposición a plomo y mercurio.

Las alteraciones presentes en los resultados en la prueba de color, con el test de Farnsworth, en zonas expuestas a plomo y mercurio, aunque estadísticamente no son significativas, desde un punto de vista clínico pueden sugerir un indicativo de neurotoxicidad, debido a algún agente desencadenante de las alteraciones presentes, aun en poca proporción.

- Beery, K., y Beery, N. A. (2006). *Beery VMI*. Minneapolis: NCS Pearson, Inc.
- Díaz, F. (1998). Evaluación del riesgo por exposición a plomo. Recuperado el 26 de septiembre de 2008 de CEPIS. Disponible en <<http://www.cepis.org.pe/bvstox/E/fulltext/etext09/seccio2.html>>
- Gobba, F., Nerudová, J., Luká, E., Ábelková, Z., y Cikrt, M. (2003). Science Direct. Recuperado el 1° de marzo de 2010 de [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6W81-48JC7GX-1y\\_user=10y\\_coverDate=08%2F31%2F2003y\\_rdoc=1y\\_fmt=highy\\_orig=browsey\\_sort=dyview=cy\\_acct=C000050221y\\_version=1y\\_urlVersion=0y\\_useid=10ymd5=ff36d3227e0157f482e3b23205d4b7d0](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6W81-48JC7GX-1y_user=10y_coverDate=08%2F31%2F2003y_rdoc=1y_fmt=highy_orig=browsey_sort=dyview=cy_acct=C000050221y_version=1y_urlVersion=0y_useid=10ymd5=ff36d3227e0157f482e3b23205d4b7d0)
- González, E. (2004). Efectos ambientales del plomo en la salud del hombre. Recuperado el 6 de junio de 2008 de monografias.com. Disponible en [www.monografias.com/trabajos44/plomo-en-sangre/plomo-en-sangre2.shtm](http://www.monografias.com/trabajos44/plomo-en-sangre/plomo-en-sangre2.shtm)
- Medina, E. et ál. (2005). Niveles de plomo en sangre en niños y su relación con alteraciones en el sistema visomanual. Recuperado el 22 de mayo de 2008 de Scielo. Disponible en [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0367-4762](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0367-4762)
- Merchán, M. S. (2009). Relación causa-efecto entre los defectos refractivos y las habilidades perceptuales visuales. Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina.
- Pachón, J. (2004). *Estudio exploratorio de la concentración de sustancias peligrosas en partículas respirables de cuatro municipios de Cundinamarca*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Pachón, J. E., y Sarmiento V, H. (2008). Análisis espacio-temporal de la concentración de metales pesados en la localidad de Puente Aranda de Bogotá-Colombia. *Revista Facultad de Ingeniería*, Universidad de Antioquia, 43 (12).
- Pretel, M. L. (2008). Farnsworth Panel D15. En M. L. Pretel, *Construcción y efectividad del test de lanas de Holmgren frente al test Farnsworth D15* (pp. 13-21). Bogotá: Universidad de la Salle.
- Rivera, L. (2002). Riesgo de exposición al plomo en el binomio madre-hijo. Recuperado el 6 de enero de

- 2008 de <<http://www.mediagraphic.com/pdfs/facmed/un-2002/un024d.pdf>>
- Rivera, L. (2003). Daño neurológico secundario a la intoxicación por plomo en niños. Centro de Salud Urbano N° 2, Servicio de Salud de Oaxaca. Recuperado el 30 de mayo de 2008 de mediagraphic.com. Disponible en <http://www.mediagraphic.com/espanol/e-htms/e-facmed/e-med/e-un2004/e-un04-4/em-un044.htm>
- Schwarz, S. (1998). Electromagnetic Spectrum. En S. Schwarz, *Visual Perception A Clinical Orientation* (p. 19). Estados Unidos: McGraw Hill.
- Schwartz, S. H. (1999). Anomalies of Color Vision. En S. H. Schwartz, *Visual Perception. A Clinical Orientation* (pp. 139-163). New York, Estados Unidos: Mc Graw Hill.
- Shceiman, M. (2006). *Optometric Management of Learning Related Vision Problems*. St. Louis, Estados Unidos: Library of Congress.
- Thomas D, M. (2003). División de riesgos ambientales y sus efectos sobre la salud. Centro Nacional de Salud Ambiental, Centros para la Detección y Control de Enfermedades, Estados Unidos de América. Recuperado el 29 de mayo de 2008 de Efectos del plomo en la salud de la niñez. Disponible en <http://www.insp.mx/rsp/articulos/articulo.php?id=000552>
- Urtubia, C. (1997). Neurología de la visión. En C. Urtubia. *Neurobiología de la visión*. Barcelona: Ediciones UPC.
- Zrenner, E. G. (1981). Characteristics of the Blue Sensitive Cone mechanism in Primate Ganglion Cells. *Vision Research*, 21 (11), 1605-1609.

Recibido: 12 de enero del 2012

Aceptado: 8 de marzo del 2012

CORRESPONDENCIA

Kevin Alexis Neuta García

kneuta03@unisalle.edu.co