

January 2011

Influencia de la percepción visual en el aprendizaje

María Susana Merchán Price

Universidad de La Salle. Fundación Universitaria del Área Andina, masumerchan@unisalle.edu.co

José Luis Henao Calderón

Fundación Universitaria del Área Andina, masumerchan@unisalle.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/svo>



Part of the [Eye Diseases Commons](#), [Optometry Commons](#), [Other Analytical, Diagnostic and Therapeutic Techniques and Equipment Commons](#), and the [Vision Science Commons](#)

Citación recomendada

Merchán Price MS y Henao Calderón JL. Influencia de la percepción visual en el aprendizaje. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul.* 2011;(1): 93-101.

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular* by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Influencia de la percepción visual en el aprendizaje

Influence of Visual Perception on Learning

MARÍA SUSANA MERCHÁN PRICE*
JOSÉ LUIS HENAO CALDERÓN**

RESUMEN

La percepción es el proceso activo de localización y extracción de la información obtenida del medio externo que se organiza en sistemas perceptuales, los cuales realizan el proceso de búsqueda y obtención de la información. Las habilidades perceptuales visuales son las encargadas de la organización y el procesamiento de la información a nivel visual formando parte de la percepción visual y colaborando en el desarrollo cognitivo. El entrenamiento de las habilidades perceptuales visuales y su integración con dispositivos básicos de aprendizaje es una forma de mejorar el aprendizaje viso-perceptual y por ende la adaptación al medio, aun cuando todavía no se conocen completamente los mecanismos neuronales que dan el sustrato de la integración visoperceptual.

Palabras clave:

percepción visual, habilidades perceptuales visuales, aprendizaje, aprendizaje visoperceptual.

Keywords:

visual perception, visual perceptual skills, learning, visual perceptual learning.

ABSTRACT

Perception is the active process of locating and extracting data from the outer environment. It is organized in perceptual systems in charge of searching and acquiring information. Visual perceptual skills are responsible for organizing and processing information on a visual level as part of visual perception and supporting cognitive development. Training of visual perceptual skills and its integration to basic learning devices is a way to improve visual perception learning and thus the adaptation to the environment, despite not knowing the neuronal mechanisms that generate visual perception.

* Optómetra, Universidad de La Salle. Especialista en Optometría Pediátrica, Universidad de La Salle. Magíster en Pedagogía, Universidad de La Sabana. Docente de la Universidad de La Salle y de la Fundación Universitaria del Área Andina.

** Optómetra, Universidad de La Salle. Estudiante de la Maestría en Ciencias de la Visión, Universidad de La Salle. Docente de la Fundación Universitaria del Área Andina.

INFLUENCIA DE LA PERCEPCIÓN VISUAL EN EL APRENDIZAJE

La percepción es el proceso activo de localización y extracción de la información obtenida del medio externo (Groffman, 2006). Esta selección de la información está mediada por los receptores y los circuitos neurales conectados a estos, estableciendo relaciones entre las variaciones físicas del ambiente y las propiedades fisiológicas de los sistemas sensoriales de un organismo (Cornsweet, 1970). La percepción se organiza en sistemas perceptuales, los cuales realizan el proceso de búsqueda y obtención de la información. Gibson (1987) describe cinco sistemas perceptuales principales:

- Sistema de orientación básica
- Sistema háptico
- Sistema del gusto-olfato
- Sistema auditivo
- Sistema visual

Cada uno de los sistemas perceptuales debe estar integrado con todo el sistema nervioso, con las actividades motoras y con los otros sistemas perceptuales (Groffman, 2006), para procesar adecuadamente la información proveniente del entorno.

Las actividades cotidianas dependen en un gran porcentaje del sistema visual. La visión se ha convertido en uno de los sentidos más relevantes, puesto que la mayor parte de las actividades que el ser humano realiza dependen de la información que llega a la retina, y que luego es seleccionada y procesada por la corteza visual (Purves et ál., 2007).

El desarrollo del sistema visual depende de las sinapsis que se generan en distintas etapas del desarrollo. El cuerpo humano forma células capaces de dirigirse a los diferentes lugares de la corteza cerebral que se conectan con zonas específicas para cada función (Carulla, 2008). Existe un periodo

crítico en el cual aquellas sinapsis que no se establezcan, generan consecuencias que afectan directamente la maduración, tal como puede suceder en los pacientes con baja visión, con ametropías altas o con estrabismos, en quienes una estimulación visual inadecuada puede generar fallas en el procesamiento de la información por parte del cerebro, lo cual conlleva a una mala percepción visual a nivel del sistema nervioso central (Rincón y Rodríguez, 2009; Delgado Domínguez, 2007). Por lo tanto, podría esperarse que se afecten todas aquellas habilidades que dependen de ese sistema.

El sistema visual, desde el punto de vista del funcionamiento, se divide en tres áreas estrechamente relacionadas: agudeza visual, eficiencia visual e interpretación de la información visual. En la interpretación de la información visual, está implícita la percepción visual, que ha sido definida como una actividad integral altamente compleja que involucra el entendimiento de lo que se ve (Koppitz, 1970), y permite organizar y procesar todos los estímulos visuales para así entender el mundo en que vivimos (Martin, 2006). Garzia (1996) subdivide la percepción visual en tres sistemas:

- El sistema visoespacial
- El sistema de análisis visual
- El sistema visomotor

El sistema visoespacial consiste de una serie de habilidades utilizadas para entender conceptos direccionales que organizan el espacio visual externo. Estas habilidades llevan a comprender la diferencia entre conceptos de arriba y abajo, atrás y adelante y derecho e izquierdo (Borsting, 1996).

El individuo desarrolla la conciencia de su cuerpo con relación al espacio y la relación existente entre los objetos y él. Las habilidades espaciales son importantes para muchas destrezas que incluyen “navegar” a través del mundo —giros a la derecha o la izquierda—, el seguimiento de instrucciones —“pon tu nombre en la esquina derecha de la

hoja” —, el reconocimiento de la orientación y secuencia de los símbolos lingüísticos —b y d— y numéricos (Vishwanath y Kowler, 2003). El sistema visoespacial (Garzia, 1996) se subdivide en tres habilidades:

- Integración bilateral
- Lateralidad
- Direccionalidad

La integración bilateral es la habilidad para usar los dos lados del cuerpo en forma simultánea y por separado de una forma consciente, y permite dar el fundamento motor para comprender la diferencia entre los lados derecho e izquierdo del cuerpo. La lateralidad es la habilidad para identificar la derecha e izquierda sobre sí mismo de una forma consciente. La direccionalidad es la habilidad para interpretar direcciones hacia la izquierda o derecha en el espacio exterior y consiste a su vez de tres habilidades:

- Habilidad para identificar la posición direccional de los objetos en el espacio: “¿La ventana está a mi derecha o a mi izquierda?”.
- Habilidad para identificar la posición derecha o izquierda de otra persona. Esto depende de la comprensión que las posiciones derechas o izquierdas cambian de acuerdo a la orientación de la persona.
- La habilidad para aplicar conceptos direccionales en la orientación espacial de los símbolos lingüísticos — como b y d — (Borsting, 2006).

Dentro de los desempeños que se pueden afectar por disfunciones del sistema visoespacial están: una coordinación motora pobre que se reflejará en movimientos torpes y tropiezos con objetos y dificultad para orientarse en las direcciones derecha e izquierda. Muchos niños con problemas visoespaciales presentarán errores de inversión de letras, especialmente de letras que son espejos una de la

otra como la b y la d. El niño presentará también tendencia a rotar letras y números alrededor del eje vertical (Scheiman, 2006).

Es importante anotar que la inversión de letras es normal dentro del proceso de lectura en kínder y en primer grado, pero hacia los ocho años de edad debe haber desaparecido esa inversión. Si persiste será necesario explorar las habilidades visoespaciales.

El sistema de análisis visual consiste de un grupo de habilidades usadas para reconocer, recordar y manipular la información visual. Estas destrezas son importantes para muchas actividades como observar las diferencias y similitudes entre formas y símbolos, recordar formas y símbolos y visualizarlos (Garzia, 1996). Este sistema se subdivide en cuatro habilidades:

- Percepción de la forma
- Atención visual
- Velocidad perceptual
- Memoria visual

La percepción de la forma es la habilidad para discriminar, reconocer e identificar formas y objetos. Martin (2006) la divide en cuatro categorías:

- *Discriminación visual.* Es la habilidad para darse cuenta de los diferentes aspectos de la forma como tamaño, color y orientación, para determinar las similitudes y diferencias entre ellos.
- *Figura y fondo.* Es la habilidad para atender a un aspecto específico de la forma mientras mantiene consciencia de las relaciones entre la forma y la información del fondo.
- *Cerramiento visual.* Es la habilidad para reconocer las claves de un arreglo visual que le permita al individuo determinar la forma

final sin necesidad de tener todos los detalles presentes.

- *Constancia visual de la forma.* Es la habilidad para identificar los aspectos invariantes de la forma cuando se ha alterado el tamaño, la rotación o la orientación.

La atención visual es un proceso de búsqueda de estímulos que influyen en el procesamiento de la información (Berman y Colby, 2009). Se compone de tres elementos separados pero que se interrelacionan entre sí:

- *Llamar la atención.* Es la habilidad para analizar, organizar y determinar los aspectos sobresalientes de estímulo visual. En otras palabras, es la habilidad para centrar la atención en los requerimientos de la tarea permitiéndole al niño involucrarse apropiadamente en la actividad.
- *Tomar decisiones.* Hace referencia al estilo cognitivo: aquí se encuentran el niño impulsivo que toma decisiones rápidas e inadecuadas, y el reflexivo que resuelve problemas lentamente.
- *Mantener la atención.* Es la habilidad para mantener la atención una vez que se ha empezado la tarea (Garzia, 1996).

La velocidad perceptual establece la habilidad para realizar tareas de procesamiento visual rápidamente con un esfuerzo cognitivo mínimo. Influye en la habilidad para procesar la información visual rápida y eficazmente (Leonards et ál., 2002). Si la información se procesa lentamente, se afectará la comprensión del material de lectura. No es posible comprender el significado de lo que se lee hasta que se aprenda a identificar las letras y palabras automáticamente (Blythe et ál., 2009). La memoria visual es la habilidad para recordar el material visualmente presentado. Usualmente se evalúan dos tipos de memoria:

- *Memoria espacial.* Se refiere a la habilidad para recordar la localización espacial de un objeto.
- *Memoria secuencial.* Se refiere a la habilidad para recordar el orden exacto de ítems en una secuencia organizada de izquierda a derecha (Martin, 2006).

Las deficiencias del sistema de análisis visual pueden afectar la adquisición de habilidades lectoras porque pueden producir lo siguiente:

- Confusión de letras similares
- Dificultad para aprenderse el alfabeto
- Tendencia a deletrear fonéticamente
- Dificultad para recordar letras, números y palabras simples
- Dificultad para visualizar lo que se lee
- Dificultad para retener palabras de una semana a otra
- Dificultad para focalizarse en la parte importante de una tarea
- Fácil distracción (Borsting, 1996)

El sistema visomotor es la habilidad general para coordinar destrezas de procesamiento visual con destrezas motoras. Uno de los componentes de la integración visual-motora, es la habilidad para integrar la percepción de la forma con el sistema motor fino para reproducir patrones visuales complejos (Beery y Beery, 2006).

Se requiere de destrezas básicas para reproducir formas complejas como son:

- Percepción visual de la forma (explicada anteriormente)

- Coordinación motora fina. La habilidad para manipular objetos pequeños, por ejemplo: lápices, bolígrafos, etc. (Hammond, 2002)
- Integración de los sistemas visual y motor, que depende de la habilidad para coordinar la percepción interna del espacio con el sistema motor fino para, por ejemplo, copiar letras y números (Beery y Beery, 2006)

Niños con una integración visomotora pobre pueden tener dificultad para escribir rápida y adecuadamente. Por lo tanto, a estos niños se les dificulta usar la escritura para reforzar el reconocimiento y la recordación de letras y palabras (Beery y Beery, 2006).

De igual forma, existen relaciones entre las habilidades perceptuales y la lectura (Rosner, 1999). El ser humano habló mucho antes de inventar un método que representara los sonidos por medio de símbolos gráficos, y la lectura es un subproducto de ese invento que permite adquirir información al restaurar simbólicamente el lenguaje codificado. Las habilidades perceptuales visuales se relacionan con la lectura de tres formas:

1. Influyen en la habilidad del niño para aprender las convenciones direccionales de la lectura.
2. Influyen en la habilidad del niño para recordar las letras impresas, especialmente aquellas que se confunden fácilmente como la b y la d.
3. Reflejan la habilidad del niño para retener lo que lee. Los niños que son competentes para analizar y organizar la información concreta, también lo son para organizar y analizar la información abstracta.

Todo este procesamiento de la información y la experiencia visual son factores muy importantes en el desarrollo cognitivo (Flax, 2006). Sin embargo, para que exista una relación entre estas se necesitan de dispositivos básicos de aprendizaje,

los cuales complementan la percepción para permitir la selección e integración de la información.

Los dispositivos básicos de aprendizaje son un conjunto de actividades neurofisiológicas que se generan en los sistemas superiores del sistema nervioso central, dando lugar al proceso de aprendizaje. Azcoaga (2010) los clasifica en:

- Motivación
- Atención
- Sensopercepción
- Memoria de corto y largo plazo
- Habitación

La motivación es el estado de excitabilidad óptima para iniciar un condicionamiento, como uno de los requerimientos del sistema nervioso central que hacen posible comenzar un proceso de aprendizaje (Azcoaga, 2010); refleja el deseo de una persona de llenar ciertas necesidades (Dessler, 2001). La atención se define como el mecanismo neuronal de escogencia; se clasifica en atención tónica y fásica dependiendo el tiempo o duración de esta (Ahissar y Hochstein, 2004). La memoria es la capacidad del sistema nervioso de retener durante cierto tiempo una respuesta ante un estímulo condicionado, y la habituación es un fenómeno de aprendizaje negativo, es decir, es el resultado de la influencia de la red de neuronas inhibitorias (Azcoaga, 2010).

Los dispositivos básicos de aprendizaje cumplen una función determinante, puesto que influyen en el desarrollo del sistema visoperceptual. La visión es un proceso activo que involucra construcciones cerebrales del mundo basadas en conexiones sensoriales en conjunción con señales cognitivas y motoras centrales. La actividad sensorial en el cerebro es modulada por la atención, la memoria e incluso por la motivación e intenciones en los

actos (Berman y Colby, 2009). La habilidad de percibir rápidamente y entender complejas escenas visuales, es uno de los aspectos fundamentales y más impresionantes del sistema visual humano (Wolfe, Horowitz y Michod, 2007).

La comprensión satisfactoria de la información visual requiere tanto de procesos de atención que seleccionen la información más relevante de la no relevante, como de procesos de organización perceptual que estructuren las piezas de información visual en entidades correspondientes a objetos significativos (Yeshyurun, Kimchi, Sha'ashoua y Carmel, 2009). Muchos de los factores de la percepción visual humana se relacionan con un modelo de sistema visual que se divide en dos subsistemas: el preatencional y el atencional (Treisman y Gelade, 1980). El subsistema preatencional analiza aspectos visuales simples del entorno y, al parecer, presenta una capacidad ilimitada de procesamiento puesto que procesa la información eficientemente sin importar la cantidad de objetos o figuras que se encuentren en el campo visual (Pöder, 2004). Ejemplos de aspectos visuales simples son: orientación, tamaño o frecuencia espacial, color, movimiento, entre otros.

El subsistema atencional usa estos aspectos visuales simples como estímulos para lograr tareas más complejas, como el reconocimiento de objetos y la discriminación visual fina (Pöder, 2004). A diferencia del sistema preatencional, este sistema tiene una capacidad limitada: procesa solo una pequeña parte de la información recibida del campo visual o un objeto simple en particular (Treisman y Gelade, 1980; Vergheze y Pelli, 1992). La selección del sistema atencional se da luego de que termine el procesamiento de la información por parte del sistema visual (Pöder, 2004).

La atención y el procesamiento de información visual permiten que se genere el entendimiento de lo que se ve; esta experiencia conlleva construcciones cerebrales que serán recordadas a partir de funciones sensoriales de alta complejidad, como la memoria, que es un proceso constructivo, en el

que estímulos y componentes de regiones dispares del cerebro son unificadas en un todo coherente (Slotnick, 2004).

La memoria tiene varias clasificaciones: una de estas es de acuerdo a su tiempo de duración, según el cual se divide en dos grandes grupos: memoria de corto plazo u operativa y de largo plazo. Estas dos hacen parte del concepto de memoria de trabajo (Offen, Schluppeck y Heeger, 2009), que se define como la habilidad de mantener información en la conciencia mientras se realiza alguna operación o se manipula la información para producir un resultado (Selznick y Blaskey, 2006). La memoria que se construye a partir del procesamiento de la información visual es la de corto plazo, y se caracteriza por ser de escasa duración —menos de medio segundo— y puede almacenar información de una fijación ocular durante el movimiento sacádico siguiente. De esta manera, el procesamiento de la información obtenida durante la fijación puede continuar incluso durante el movimiento sacádico (Azcoaga, 2010).

Ahora bien, la importancia de entrenar las habilidades perceptuales visuales radica en que su entrenamiento puede llevar a mejorar el aprendizaje que depende de la percepción, tal como lo plantean varios autores (revisar: Choi, Seitz y Watanabe, 2009; Polat, Ma-Naim y Spierer, 2009; Yutsumoto et ál., 2009; Zhang et ál., 2010; Fahle, 2005).

La atención, la motivación y la memoria continuamente modulan y alteran representaciones de estímulos en la corteza visual como mecanismo para el aprendizaje (Desimone, 1996), ayudando a la generación de aprendizaje visoperceptual. Zhong-Lin (2009) define el aprendizaje visoperceptual como un fenómeno general relacionado con procesos visuales mejorados como resultado del entrenamiento o la práctica de tareas perceptuales visuales. Se da a partir de la combinación de la percepción visual con la comprensión (Lieberman, 1984), y es considerado como una forma de plasticidad neuronal que tiene consecuencias en la corteza visual (Buonomano y Merzenich, 1998).

Utiliza la plasticidad del sistema visoperceptual y la combina tanto con el conocimiento de las limitaciones del procesamiento de la información visual, como con el estado del observador después de entrenamiento (Zhong-Lin, 2009).

El aprendizaje visoperceptual mejora la discriminación de texturas (Karni et ál., 1994), contraste (Adini, Sagi y Tsodyks, 2002; Adini et ál., 2004; Sowden, Rose y Davies, 2002), movimiento (Harnner y Watanabe, 2004; Kuai et ál., 2005), posiciones y curvaturas (Fahle, 2005). Cada una de estas habilidades del sistema visual tiene localizaciones específicas en la retina que luego serán enviadas a la corteza visual para ser interpretadas; estas localizaciones específicas son propiedades clave para el aprendizaje visoperceptual, ya que al ser estimuladas transfieren información hacia el mapa retinotópico cortical con nueva información, generando plasticidad neuronal (Xiao et ál., 2008). De igual forma, para que se de este proceso, es crucial el papel de ciertas áreas cerebrales superiores no retinotópicas que se encargan de la atención y la motivación para el aprendizaje visoperceptual (Levi y Li, 2009).

Este aprendizaje es un método efectivo para mejorar la función visual tanto en agudeza, como en la realización de tareas visuales en personas con algún tipo de impedimento, por ejemplo: ambliopía o baja visión (Levi y Li, 2009). También es de gran importancia clínica como método no invasivo de desarrollo de habilidades perceptuales en poblaciones con déficits de este tipo (Zhong-Lin, 2009), y además, es un factor primario en el desarrollo cognitivo y de aprendizaje para muchas de las actividades diarias (Kattouf y Steele, 2000).

El mejoramiento de la función visual luego del entrenamiento basado en aprendizaje visoperceptual ha sido demostrado en diversos estudios y revisiones (revisar: Fahle, 2005; Levi y Li, 2009; Gilbert, Sigman y Crist, 2001; Polat, Ma-Naim, y Spierer, 2009); sin embargo, los mecanismos neurales subyacentes no están completamente entendidos (Polat, 2009). Además de esto, esta

mejoría se da en habilidades perceptuales de bajo orden o aspectos visuales simples (Nahum, Nelken y Ahissar, 2010).

En conclusión, es indudable la relación que existe entre las habilidades perceptuales visuales y el aprendizaje. Por lo tanto, los optómetras en Colombia tienen un campo de acción por explorar que amplíe los horizontes y perspectivas en el entrenamiento visual relacionado con el aprendizaje, para realmente brindar una atención integral a la población infantil.

REFERENCIAS

- Adini, Y., Sagi, D. & Tsodyks, M. (2002). Context-enabled learning in the human visual system. *Nature*, 415(6873), 790-793.
- Adini, Y., Wikonsky, A., Haspel, R., Tsodyks, M. & Sagi, D. (2004). Perceptual learning in contrast discrimination: the effect of contrast uncertainty. *Journal of Vision*, 4(12), 993-1005.
- Ahissar, M. & Hochstein, S. (2004). The reverse hierarchy theory of visual perceptual learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 10, 457-464.
- Azcoaga, J. (18 de mayo del 2010). Dispositivos básicos de aprendizaje. Recuperado el 13 de octubre del 2010, de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Dispositivos-Basicos-Del-Aprendizaje/325764.html>.
- Beery, K. & Beery, N. A. (2006). *Berry VMI*. Minneapolis: NCS Pearson, Inc.
- Berman, R. & Colby, C. (2009). Attention and active vision. *Vision Research*, 49(10), 1233-1248.
- Blythe, H., Liversedge, S., Joseph, H., White, S. & Rayner, K. (2009). Visual information capture during fixations in reading for children and adults. *Vision Research*, 49(12), 1583-1591.
- Borsting, E. (1996). Visual Perception and Reading. En R. Garzia, *Vision Reading* (pp.149-176). California: Mosby.
- Borsting, E. (2006). Overview of Vision Efficiency and Visual Processing Development. En M. Scheiman & M. Rouse, M. *Optometric Management of*

- Learning-related vision problems* (pp. 35-68). Boston, MA: Mosby.
- Buonomano, D. & Merzenich, M. (1998). Cortical plasticity: from synapses to maps. *Annual Review of Neuroscience*, 21, 149-186.
- Carulla, M. (2008). Ambliopía: una revisión desde el desarrollo. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 11, 111-119.
- Choi, H., Seitz, A. & Watanabe, T. (2009). When attention interrupts learning: Inhibitory effects of attention on TIPL. *Vision Research*, 49(21), 2586-2590.
- Cornsweet, T. (1970). *Visual Perception*. New York: Academic Press.
- Desimone, R. (1996). Neural mechanisms for visual memory and their role in attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 93(24), 13494-13499.
- Delgado Domínguez, J. J. (2007). Detección de trastornos visuales. *Prev Infad (AEPap)/PAPPS infancia y adolescencia*, 1-30.
- Dessler, G. (2001). *Administración de personal*. México: Pearson.
- Fahle, M. (2005). Perceptual learning: specificity versus generalization. *Current Opinion in Neurobiology*, 15(2), 154-160.
- Flax, N. (2006). The relationship between vision and learning: General issues. En M. Scheiman, *Optometric Management of Learning-Related Vision Problems* (pp. 183-208). Philadelphia: Mosby.
- Garzia, R. (1996). *Vision and Reading*. California: Mosby.
- Gilbert, C., Sigman, M. & Crist, R. (2001). The Neural Basis of Perceptual Learning. *Neuron*, 31(5), 681-697.
- Groffman, S. (2006). The Relationship Between Visual Perceptual Problems and Learning. En M. Scheiman, *Optometric Management of Learning-Related Vision Problems* (pp. 241-280). Philadelphia: Evolve.
- Hammond, G. (2002). Correlates of human handedness in primary motor cortex: a review and hypothesis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 26(3), 285-292.
- Karni, A., Tanne, D., Rubenstein, B., Askenasy, J. & Sagi, D. (1994). Dependence on REM Sleep of Overnight Improvement of a Perceptual Skill. *Science*, 265(5172), 679-682.
- Kattouf, V. & Steele, G. (2000). Visual perceptual skills in low income and rural children. *Journal of Optometric Vision Development*, 31, 71-75.
- Kayama, S., Harner, A. & Watanabe, T. (2004). Task-dependent changes of the psychophysical motion-tuning functions in the course of perceptual learning. *Perception*, 33(9), 1139-47.
- Koppitz, E. (1970). Brain damage, reading ability and the Bender Gestalt Test. *Journal of Learning Disabilities*, 3, 429-433.
- Kuai, S. G., Zhang, J. Y., Klein, S., Levi, D. & Yu, C. (2005). The essential role of stimulus temporal patterning in enabling perceptual learning. *Nature Neuroscience*, 8(11), 1497-1499.
- Leonards, U., Rettenbach, R., Nase, G. & Sireteanu, R. (2002). Perceptual learning of highly demanding visual search tasks. *Vision Research*, 42(18), 2193-2204.
- Levi, D. & Li, R. (2009). Perceptual learning as a potential treatment for amblyopia: A mini review. *Vision Research*, 49(21), 2535-2549.
- Lieberman, L. (1984). Visual perceptual versus visual function. *Journal of Learning Disabilities*, 17, 182-185.
- Martin, N. (2006). *Test of Visual Perceptual Skills*. California: Academic Therapy Publications.
- Merchán, M. S. (2008). Relación causa-efecto entre ametropías altas y habilidades perceptuales visuales. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 11, 79-85.
- Nahum, M., Nelken, I. & Ahissar, M. (2010). Stimulus uncertainty and perceptual learning: Similar principles govern auditory and visual learning. *Vision Research*, 50(4), 391-401.
- Offen, S., Schluppeck, D. & Heeger, D. (2009). The role of early visual cortex in visual short-term memory and visual attention. *Vision Research*, 49(10), 1352-1362.
- Pöder, E. (2004). *Role of attention in visual information processing*. Estonia: Tallinn.
- Polat, U. (2009). Making perceptual learning practical to improve visual functions. *Vision Research*, 49(21), 2566-2573.

- Polat, U., Ma-Naim, T. & Spierer, A. (2009). Treatment of children with amblyopia by perceptual learning. *Vision Research*, 49(21), 2599-2603.
- Purves, D. et al. (2007). *Neurociencias*. Bogotá: Panamericana.
- Rincón, I. & Rodríguez, N. (2009). Tamización de salud visual en población infantil: prevención de la ambliopía. *Repertorio de Medicina y Cirugía*, 18, 210-17.
- Rosner, J. (1999). *Optometría pediátrica*. Boston: Butterworths.
- Scheiman, M. (2002). Optometric Model of Vision, Part Two: Visual efficiency skills. En M. Scheiman, *Understanding and Managing Vision Deficits* (pp. 47-68). Philadelphia: Slack.
- Scheiman, M. (2006). *Optometric management of Learning-related vision problems*. Philadelphia: Mosby.
- Selznick, R. & Blaskey, P. (2006). Phychoeducational Evaluation. En M. Scheiman, *Optometric Management of Learning-related Vision Problems* (pp. 415-449). Philadelphia: Mosby.
- Slotnick, S. (2004). Visual Memory and Visual Perception Recruit Common Neural Substrates. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 3(4), 207-221.
- Sowden, P., Rose, D. & Davies, I. (2002). Perceptual learning of luminance contrast detection: specific for spatial frequency and retinal location but not orientation. *Vision Research*, 42(10), 1249-1258.
- Tartaglia, E., Aberg, K. & Herzog, M. (2009). Perceptual learning and roving: Stimulus types and overlapping neural populations. *Vision Research*, 49(11), 1420-1427.
- Treisman, A. & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12(1), 97-136.
- Verghese, P. & Pelli, D. (1992). The information capacity of visual attention. *Vision Research*, 32(5), 983-995.
- Vishwanath, D. & Kowler, E. (2003). Localization of Shapes: eye movements and perception compared. *Vision Research*, 43(15), 1637-1653.
- Wolfe, J. M., Horowitz, T. & Michod, K. (2007). Is visual attention required for robust picture memory? *Vision Research*, 47(7), 955-964.
- Xiao, L. Q., Zhang, J. Y., Wang, R., Klein, S., Levi, D. & Yu, C. (2008). Complete Transfer of Perceptual Learning across Retinal Locations Enabled by Double Training. *Current Biology*, 18(24), 1922-1926.
- Yeshyurun, Y., Kimchi, R., Sha'shoua, G. & Carmel, T. (2009). Perceptual objects capture attention. *Vision Research*, 49(10), 1329-1335.
- Yutsumoto, Y., Chang, L. h., Watanabe, T. & Sasaki, Y. (2009). Interference and feature specificity in visual perceptual learning. *Vision Research*, 49(21), 2611-2623.
- Zhang, T., Xiao, L. q., Klein, S., Levi, D. & Yu, C. (2010). Decoupling location specificity from perceptual learning of orientation discrimination. *Vision Research*, 50(4), 368-374.
- Zhong-Lin, L. (2009). Perceptual learning: function, mechanisms and applications. *Vision Research*, 49(21), 2531-4.

Recibido: 4 de febrero del 2011

Aceptado: 28 de febrero del 2011

CORRESPONDENCIA

María Susana Merchán Price

masumerchan@unisalle.edu.co

