



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

Descripción neuropsicológica de la percepción  
visual en el color y la forma geométrica  
en pacientes con hemianopsia homónima

TESIS

Que para obtener el título de  
**Licenciada en Psicología**

Presenta:

**DIANA LETICIA SIFUENTES BECERRIL**

Directora:

Dra. Maura Jazmín Ramírez Flores

Revisora:

Dra. Itzel Graciela Galán López

Sínodo:

Lic. Asucena Lozano Gutiérrez

Mtra. Azalea Reyes Aguilar

Mtro. Gerardo Ruíz Moncada



**Facultad  
de Psicología**

MÉXICO D.F.

2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

*Este trabajo es la culminación de mucho esfuerzo y dedicación, que no pudo haber sido posible por el principal apoyo de mi familia, Antonio, Leticia y Mary. Así mismo a mi directora Maura y asesora de Itzel que me ayudaron a guiarme en este proceso de aprendizaje.*

*Gracias Palomilla por permanecer, es un gusto compartir mi vida con ustedes. Pau, Ilse, Clau y Sandy; gracias por ser y estar.*

*Agradezco mucho a la gente que tuvo una aparición decisiva en la elección de esta bella profesión, a las personas que con su compañía se construyeron momentos inolvidables en el transcurso de la carrera, así como a aquellas que al terminar mis estudios me ofrecieron su confianza para trabajar con ellas hombro con hombro y construir así nuevos proyectos para el futuro.*

*¡GRACIAS TOTALES A LA VIDA QUE ME HA DADO TANTO!*

## CONTENDIO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>5</b>
<b>ANTECEDENTES TEÓRICOS.....</b>	<b>7</b>
1. SENSACIÓN Y PERCEPCIÓN.....	7
1.1 <i>Percepción visual</i> .....	8
2. LA LUZ, EL ESTÍMULO BÁSICO DE LA PERCEPCIÓN VISUAL .....	9
3. BASES ANATÓMICAS Y FISIOLÓGICAS DE LA PERCEPCIÓN DEL ESTÍMULO LUMINOSO .....	12
3.1 <i>Anatomía y fisiología de la visión</i> .....	12
3.1.1 <i>Movimientos oculares</i> .....	21
3.2.1 <i>Vías pregeniculadas</i> .....	22
3.2.2 <i>Vías visuales postgeniculadas</i> .....	24
3.2.2.1 <i>Vías P, M, y K, vías previas al análisis cortical</i> .....	27
4. LÓBULO OCCIPITAL, ANÁLISIS CORTICAL Y EL PRINCIPIO DE LA PERCEPCIÓN VISUAL .....	29
4.1 <i>División de la corteza occipital</i> .....	30
4.2 <i>Percepción cortical del color</i> .....	38
4.3 <i>Percepción cortical de las figuras geométricas</i> .....	40
5. PROCESOS NEUROPSICOLÓGICOS DE LA VISIÓN .....	45
5.1 <i>Vías del “Qué” y “Dónde”</i> .....	45
5.2 <i>Lesiones en vía ventral, agnosias visuales</i> .....	49
5.3 <i>Lesiones en las vías dorsales, agnosias espaciales</i> .....	52
6. LESIONES EN LA ARTERIA CEREBRAL POSTERIOR. INFARTO Y MALFORMACIÓN ARTERIOVENOSA .....	55
6.1 <i>Hemianopsia homónima, problema de percepción visual</i> .....	58
6.2 <i>Percepción de color y forma geométrica en la hemianopsia homónima</i> .....	62
<b>JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>66</b>
<b>MÉTODO.....</b>	<b>67</b>
<i>OBJETIVOS</i> .....	67
<i>HIPÓTESIS</i> .....	67
<i>DEFINICIÓN DE VARIABLES</i> .....	68
<i>TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO</i> .....	68
<i>MUESTRA</i> .....	69
<i>INSTRUMENTOS</i> .....	70
<i>PROCEDIMIENTO</i> .....	79
<i>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</i> .....	82
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>84</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>106</b>
<i>DIFERENCIAS PERCEPTUALES EN COLOR Y FORMA GEOMÉTRICA EN PERSONAS CON HH Y SIN HH</i> .....	107
<i>CALIDAD DE FUNCIONALIDAD VISUAL EN PACIENTES CON HH</i> .....	112
<i>RELACIÓN ENTRE PARÁMETROS DE LA PRUEBA BORB Y PARÁMETROS DE LA PRUEBA DE PERCEPCIÓN DE FIGURAS GEOMÉTRICAS REALIZADA</i> .....	113
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>114</b>

<b>SUGERENCIAS .....</b>	<b>115</b>
<b>APORTACIONES Y LIMITACIONES .....</b>	<b>116</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>117</b>

## RESUMEN

La percepción visual es el producto psicológico que implica el significado, las relaciones, el contexto, el juicio y la memoria; cuando esta se encuentra alterada la realidad puede cambiar, como en las personas con diagnóstico de hemianopsia homónima (HH). Esta condición de vida consiste en la pérdida de la visión de una mitad del campo visual, lo que resulta en la alteración del movimiento ocular, lectura y desviación de la línea media; sin embargo dependiendo de la ubicación de la lesión se podrían presentar problemas de tipo perceptual en estímulos visuales básicos, como forma geométrica o color, hasta en estímulos complejos como rostros. Por lo que el objetivo de la presente investigación es el describir la percepción de estímulos visuales básicos como la forma geométrica y el color en pacientes con HH por etiología isquémica o por malformación arteriovenosa, así como comparar el desempeño perceptual de los pacientes con participantes control. Se obtuvo una muestra de 20 adultos, 10 participantes control y 10 participantes con HH. Se diseñaron pruebas específicas para la exploración de la percepción visual en cuanto a saturación de color y tamaño de formas geométricas. Los resultados muestran diferencias significativas en la percepción visual de la figura geométrica entre los participantes con HH y sin HH en la discriminación jerárquica de los tamaños y en la organización espacial. En la percepción de color, por el contrario, no se obtuvieron diferencias significativas entre los participantes, exceptuando la organización en grados de saturación del color azul, donde el grupo con HH obtuvo mayores errores. Así mismo se mostraron diferencias en el tiempo de resolución de todas las tareas, ya que los participantes con HH invirtieron el doble de tiempo que los participantes sanos. En conclusión, los pacientes con HH presentaron mayores deficiencias en la organización espacial y jerárquica de tamaños, así como mayor tiempo de resolución

en tareas de búsqueda de estímulos. Estas deficiencias observadas en los pacientes provocan una baja calidad de funcionalidad visual con altos grados de dependencia para realizar sus actividades diarias.

**Palabras clave:** *hemianopsia homónima, color, forma geométrica, percepción visual.*

# ANTECEDENTES TEÓRICOS

## 1. Sensación y Percepción

El concepto de sensación como objeto de estudio fue elaborado por primera vez por Charles Bell en 1811 y François Magendie entre 1811 y 1822, demostrando que las funciones sensoriales estaban mediadas por un conjunto de nervios que eran diferentes a los que se encargaban de las funciones motoras. Actualmente se conceptualiza la sensación como el proceso inicial de detección y codificación de la energía ambiental, es decir es el contacto inicial entre el organismo y su ambiente. En sí las sensaciones se refieren a ciertas experiencias inmediatas, fundamentales y directas, se relacionan con la conciencia sobre las cualidades y atributos vinculados con el ambiente, que generalmente se producen a partir de estímulos físicos simples y aislados. En la producción de la sensación intervienen los siguientes elementos (Urtiba-Vicario, 1999; Luna & Tudela, 2006; Schiffman, 2004):

- a) El estímulo, es la energía específica para cada tipo de sensación.
- b) Los receptores, son elementos para captar las modificaciones del entorno, estos están situados en la periferia. Así mismo se utiliza este término para referirse a las proteínas que fijan neurotransmisores, hormonas y otras sustancias, como una primera etapa en la iniciación de las respuestas fisiológicas específicas.
- c) Las fibras nerviosas aferentes, ubicadas en el nervio periférico y en la médula espinal.
- d) El tálamo, estructura subcortical la cual es utilizada como “estación de relevo” de los impulsos nerviosos en curso hasta la corteza cerebral.

- e) Las áreas sensitivas receptoras de la corteza cerebral conectadas con diversas áreas de asociación, donde el impulso se interpreta y puede almacenarse en forma de memoria.

Por otro lado, el concepto de percepción es diferente y tardó más tiempo en definirse. El filósofo inglés Thomas Reid fue uno de los primeros teóricos que conceptualizó el término “percepción”, este incluye dos elementos que no estaban presentes en la sensación; el primero era una concepción del objeto y el segundo era una convicción de la existencia del objeto. Actualmente el concepto de percepción se refiere al producto de procesos psicológicos en los que están implicados el significado, las relaciones, el contexto, el juicio y la memoria. Según la fisiología actual, la percepción es el resultado de la integración intracerebral de los impulsos nerviosos que provienen de los órganos de los sentidos, lo que permite al organismo adaptar su comportamiento en función de las modificaciones del ambiente (Urtiba-Vicario, 1999; Luna & Tudela, 2006; Schiffman, 2004).

En resumen, la percepción a diferencia de la sensación no está determinada exclusivamente por los impulsos sensoriales, sino que depende de la estructura de las actividades del sistema nervioso central (Urtiba-Vicario, 1999).

### *1.1 Percepción visual*

Es la elaboración de una descripción simbólica del mundo físico a partir del patrón de luz reflejada por los diferentes elementos que lo componen (Ortíz, 2007):

- a) Luminosidad: la respuesta del sistema visual a la cantidad (intensidad) de la luz emitida o reflejada por un objeto.

- b) Visión de color: la respuesta del sistema visual a los rayos de las ondas de luz emitidas o reflejadas por los objetos.
- c) Límites visuales: la respuesta del sistema visual a la distribución espacial de la luz, centrándose en los límites espaciales de los objetos, márgenes y perímetro.
- d) Contraste: la respuesta visual de la interacción de la luminosidad y límites.

Los cuales son percibidos dentro de una “constancia perceptual” (Ortíz, 2007):

- a) Constancia de tamaño: si un objeto se aleja de nosotros, la imagen empequeñece.
- b) Constancia de forma: si la perspectiva de un objeto cambia, la proyección de su forma cambia, la percepción de la forma no.
- c) Constancia de color: si cambian las condiciones de iluminación, la composición espectral de la superficie cambia, pero no se percibe un cambio de coloración de las mismas.

## **2. La luz, el estímulo básico de la percepción visual**

La luz es una forma de energía electromagnética radiante, denominados fotones, la cual es medida por quantums (cuanto); la cantidad de fotones emitidos determina la intensidad de energía que es radiada. Por lo que la luz es descrita por su longitud de onda e intensidad (Schiffman, 2004).

### Longitud de onda

Alude a la distancia física de un solo ciclo de onda medido de un pico a otro. El efecto subjetivo de las diferentes longitudes de onda es la percepción de diferentes colores (matices). Al considerar la luz como onda permite relacionarla con el espectro

electromagnético, este comprende longitudes de onda desde  $10^{-14}$  (nm) nanómetros hasta los  $10^8$  nm. Las longitudes de onda corta ( $10^{-14}$  nm a  $10^{-7}$  nm) comprenden las ondas gamma, rayos X y rayos ultravioleta; las longitudes de onda larga ( $10^{-2}$  nm a  $10^5$  nm) ubican a los circuitos de corriente alterna (energía eléctrica) y a las ondas de radio. En condiciones normales el ojo humano percibe un espectro visible entre los 300nm y 760 nm, este rango constituye una septuagésima parte del espectro total; la razón de que se perciba solamente una limitada porción del espectro tal vez se deba a la filtración de la luz por la capa de ozono (15 millas por encima de la Tierra), de modo que el 80% de la energía solar que llega a la Tierra se encuentra entre los 300nm y 1100nm. Dentro del espectro visible de luz al que el ojo humano responde, se encuentran las ondas de longitudes cortas, que presentan una apariencia violeta (400nm) o azuladas (480 nm), mientras que las longitudes de onda larga tendrán un aspecto anaranjado (610 nm) o rojo (700nm); otros colores como el verde (540 nm) o el amarillo (580 nm) ocupan posiciones intermedias. Estas longitudes de onda se representan en la figura 1 (Luna y Tudela, 2006; Schiffman, 2004).

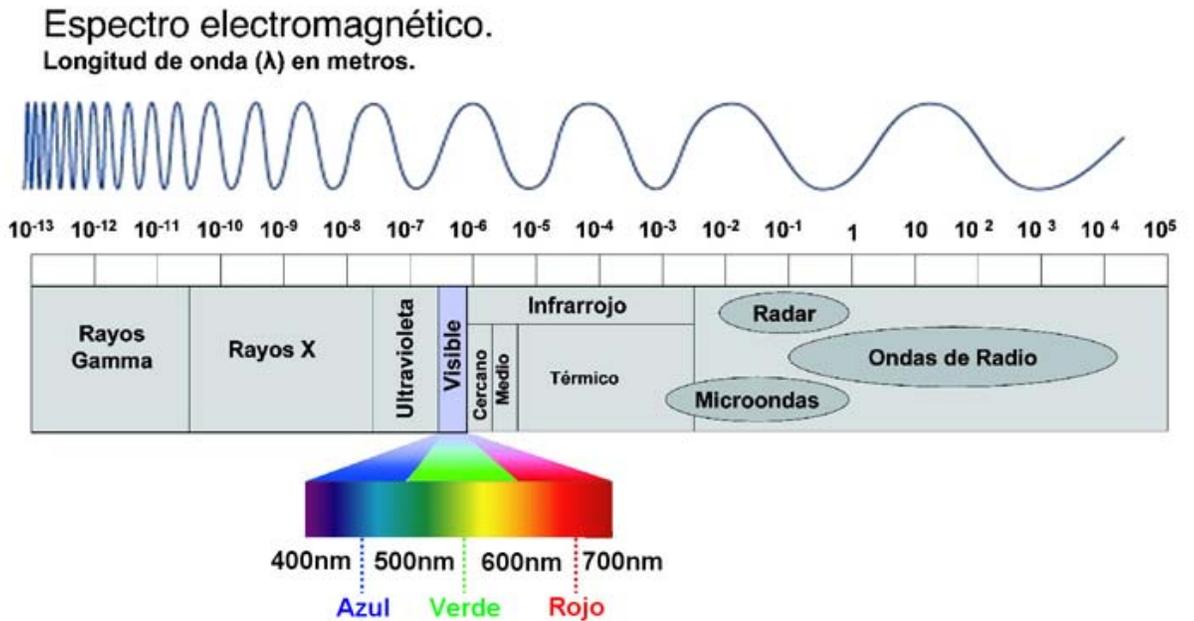


Figura 1. Espectro electromagnético (Díaz-Ramón, 2014)

### Intensidad

Es la cantidad radiante que contiene la fuente luminosa. El efecto psicológico que ejerce la intensidad en el observador se llama brillantez. Sin embargo la diferencia entre intensidad y brillantez, es que la primera hace referencia a la estimulación física, es decir una propiedad física de la luz, y la segunda a su efecto psicológico correspondiente. La medición de la intensidad de un estímulo luminoso requiere tomar los siguientes aspectos (Schiffman, 2004):

- Radiancia: es la cantidad de luz proveniente de una fuente luminosa.
- Illuminancia: cantidad de luz que incide sobre una superficie.
- Luminancia: cantidad de luz reflejada en una superficie iluminada.

### **3. Bases anatómicas y fisiológicas de la percepción del estímulo luminoso**

#### *3.1 Anatomía y fisiología de la visión*

Cuando la luz incide en el ojo diferentes procesos neurales comienzan, convirtiendo el impulso neural en una imagen que es procesada dentro de la corteza cerebral. A continuación se describirán los componentes estructurales del ojo, ilustrando sus estructuras en la figura 2 (Schiffman, 2004; Valadéz-Rodríguez, 2006; Waxman, 2011).

- a) Globo ocular: es una cavidad protectora del cráneo, con forma globular de cerca de 20mm de diámetro.
- b) Esclerótica: es una cubierta blanca opaca y resistente de aproximadamente 1mm de grosor que envuelve la parte exterior del globo ocular.
- c) Córnea: es una membrana translúcida que se ubica en la parte delantera del ojo. En la córnea pasan los rayos de luz que son reflejados.
- d) Coroide: es una segunda capa del globo ocular ligada a la esclerótica de 0.2mm de grosor y que consta de vasos sanguíneos que ofrecen una fuente importante de nutrientes para el ojo. Así mismo esta permite la absorción de la luz, reduciendo los reflejos del globo ocular, que podrían provocar que la imagen se tornara borrosa.
- e) Iris: se ubica en la coroides formando un disco concéntrico de color, este disco regula la cantidad de luz que entra al ojo, produciendo fenómenos de midriasis (dilatación) o miosis (contracción) en el tamaño de la pupila. Las condiciones generales de iluminación es reflexiva, si se proyecta una luz brillante en el ojo se produce el reflejo de Whytt (identificado por el fisiólogo Robert Whytt en 1751); que es la contracción inmediata de la pupila en respuesta a una luz brillante. Este

reflejo tiene un valor de diagnóstico neurológico importante, la incapacidad de demostrar el reflejo de Whytt podría indicar una lesión neural.

f) Cristalino: está formado por dos capas, el humor acuoso y humor vítreo. El humor acuoso lleva los nutrientes a la córnea y al cristalino; mientras que el humor vítreo, ayuda a mantener la forma esférica del globo ocular. El cristalino cambia de forma para poder integrar imágenes sobre la retina, enfocando los objetos realizando el fenómeno de acomodación.

I. Músculos ciliares: es un conjunto de músculos unidos al cristalino por ligamentos (fibras de la zónula) que controlan la curvatura de este, la cual varía dependiendo de la distancia del objeto enfocado.

g) Retina: es la parte posterior del globo ocular, cubre cerca de 200° del interior de este, en ella están contenidos células nerviosas y los receptores fotosensibles que absorben energía luminosa y la transforman en actividad neural. La retina se encuentra organizada en 10 capas, contiene dos tipos de fotorreceptores (bastones y conos) y cuatro tipos de neuronas (células bipolar, células ganglionares, células horizontales y células amacrinas).

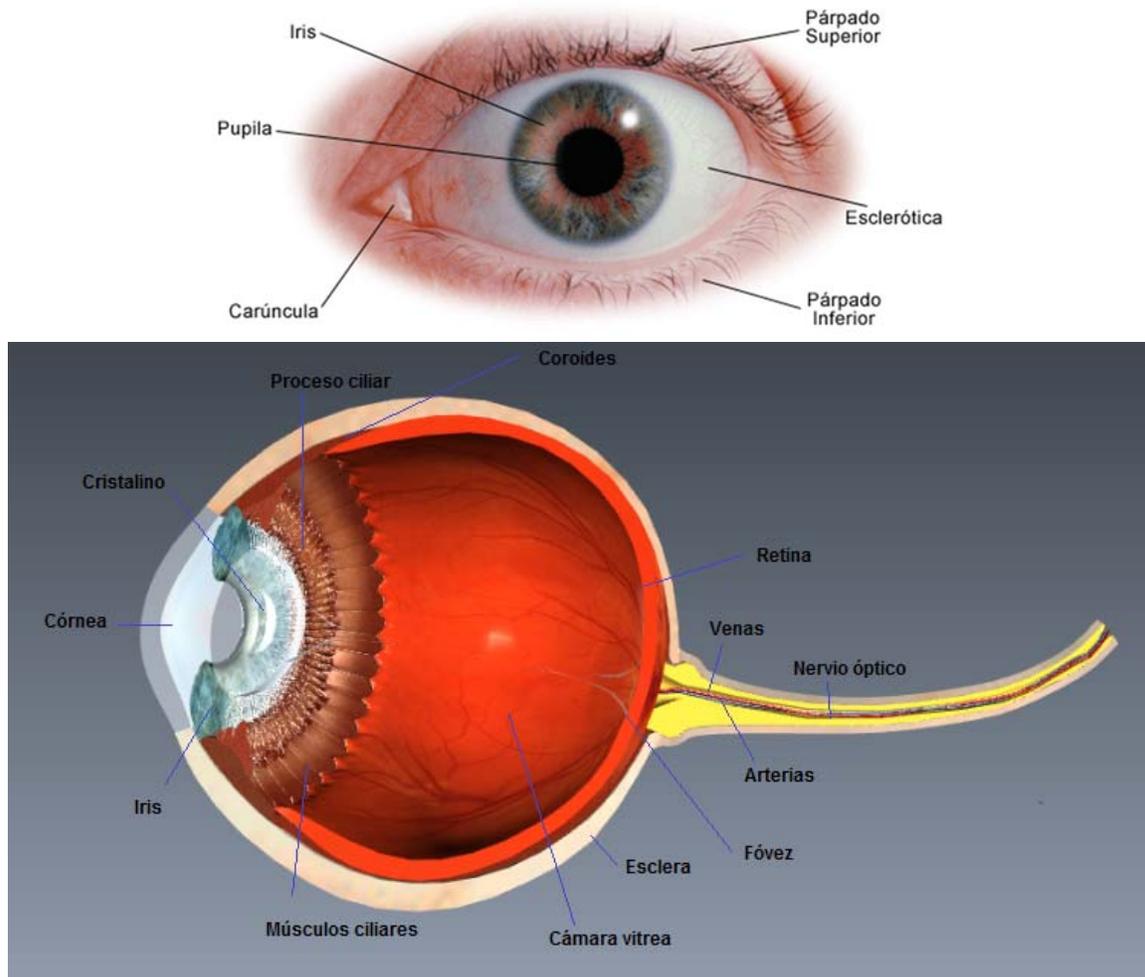


Figura 2. Estructuras anatómicas del ojo externo e interno (The University of Chicago Medical Center, 2015; Biodigital human, 2015).

Receptores fotosensibles

Los *conos* son fotorreceptores al color, responsables de la visión diurna y de la máxima agudeza visual. Cada cono contiene tres clases de fopigmentos especializados en diferentes ondas de luz; cada una de estas es analizada mediante un fopigmento llamado iodopsina, al recibir el estímulo de luz, una cascada de eventos moleculares activan una

proteína G que cierra los canales de sodio, lo cual produce hiperpolarización de los conos que dependerá de tres diferentes tipos de longitud de onda:

- a) Frecuencias bajas 565 nm (color rojo).
- b) Frecuencias intermedias 535 nm (color verde).
- c) Frecuencias altas de 440 nm (color azul).

Así mismo se cuenta con otro fotorreceptor, conocido como *bastones*, estos son sensibles a bajos niveles de luz y proporcionan la estimulación visual cuando la iluminación es baja. El pigmento dentro de los bastones es la rodopsina, un receptor especializado de membrana que se enlaza con proteínas G, al igual que los conos, realiza una acción en cadena para mantener hiperpolarizado al receptor (Valadéz-Rodríguez, 2006; Waxman, 2011).

La distribución de los fotorreceptores permite establecer dos áreas funcionales, la retina central y la retina periférica. La retina central se refiere a la porción localizada a 3mm lateralmente a la salida del nervio óptico, denominada fovea centralis o fosa central. Esta capa contiene exclusivamente conos y en ella captan los detalles finos de una imagen, por lo que se considera el sitio con mayor agudeza visual. Por otro lado, la retina periférica contiene escasos conos y abundante cantidad de bastones encargados de la captación visual con poca iluminación, cuando un objeto se desplaza en el campo visual, activa secuencialmente a los bastones, dicha activación es interpretada como sensación de movimiento (Valadez-Rodríguez & Granados-Domínguez, 2014; Valadéz-Rodríguez, 2006; Waxman, 2011; Carlson, 2006).

En forma de resumen se muestra en la Tabla 1 la funcionalidad y localización de los distintos fotorreceptores, así como una ilustración de los fotorreceptores en la figuras 3.

**Tabla 1.** Características de fotorreceptores

	<b>SISTEMA DE BASTONES</b>	<b>SISTEMA DE CONOS</b>
<i>Función</i>	Posee mejor desempeño funcional en luz de noche o tenue.	Posee un mejor desempeño funcional con luz de día o con mucha iluminación.
	La visión de detalles es pobre.	La visión de detalles es buena
<i>Localización</i>	No distingue colores.	Distingue colores
	Retina periférica	Retina central o fovea
<i>Campo receptivo</i>	Grande, debido a la convergencia de células ganglionares; la cual contribuye a la sensibilidad a la luz	Pequeña, solo algunos conos convergen en algunas células ganglionares; la cual contribuyen a la visión de detalles.

(Valadéz-Rodríguez & Granados-Domínguez, 2014)

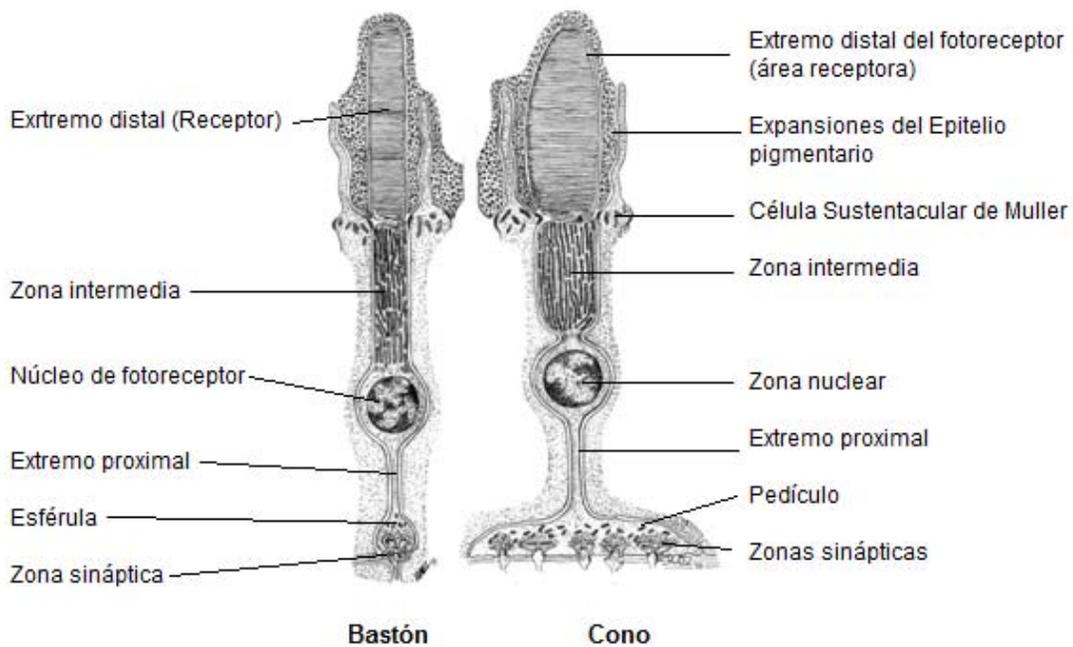


Figura 3. Dibujo de fotorreceptores en la retina de bastones y conos (Valadéz-Rodríguez & Granados-Domínguez, 2014)

### Células bipolares

Posteriormente las señales de los fotorreceptores son procesadas mediante neuronas intermedias conocidas como las células bipolares, estas conectan la capa profunda y la capa superficial de la retina. Se conocen tres variedades de células bipolares (Carlson, 2006; Valadéz-Rodríguez, 2006).

- a) Células bipolares de los bastones, conectan solamente con esférulas de bastones.
- b) Conos de células bipolares enanas, conectan con un solo pedículo de un cono.
- c) Aplanadas, conectan con muchos pedículos de diferentes conos.

### Células ganglionares

Las neuronas bipolares conectan con las células ganglionares. Los axones de estas neuronas forman el nervio óptico, quiasma y tracto óptico, encargados de transmitir la información a la corteza cerebral. Así mismo existen en la retina células horizontales y amacrinas; estas transmiten la información en dirección paralela a la superficie de la retina, combinando así mensajes de fotorreceptores adyacentes (Valadez-Rodríguez & Granados-Domínguez, 2014; Carlson, 2006).

Las células ganglionares se clasifican en tres (Valadez-Rodríguez & Granados-Domínguez, 2014):

- a) Células *X*, ubicadas en la mácula lútea y se caracterizan por producir descargas tónicas; sus axones llamados fibras maculares realizan sinapsis con las neuronas de los seis estratos de la región dorsal y central del cuerpo geniculado lateral del tálamo, así mismo sinaptan con neuronas del área pretectal constituyendo la porción aferente de los reflejos pupilares y de la acomodación.
- b) Células *Y*, se encuentran distribuidas en toda la retina periférica y están ausentes en la región macular, se ramifican en la capa plexiforme interna donde establecen sinapsis con los axones de las células bipolares de los bastones y con ramificaciones de las células amacrinas. Son altamente sensibles a variaciones de la intensidad de la luz y al movimiento. Producen descargas que sinaptan con las neuronas de las seis capas de las porciones laterales y mediales del cuerpo geniculado para finalizar en el colículo superior mesencefálico. Las células *X* y *Y* son responsables de la capacidad discriminativa visual.

c) Células W, son conocidas como células ganglionares difusas o polisinápticas debido a que realizan cientos de contactos sinápticos con los axones de las células bipolares planas que previamente sinaptan con conos y bastones, por lo que recibe impulsos de ambos tipos de receptores. Estas células no contribuyen en apariencia a la forma de las vías ópticas geniculadas, pues sus axones son enviados solamente al colículo y al área pretectal, por lo cual están relacionados a los fenómenos reflejos ante estímulos luminosos.

Células horizontales y amacrinas

Estas células son del tipo monopolar; las de tipo horizontal constituyen una malla horizontal al eje serial de los contactos celulares retinianos con estrechas comunicaciones sinápticas tanto con los conos como los bastones. Las células amacrinas son neuronas sin axón o unipolares clásicas, se localizan en las porciones superficiales de la capa granulosa interna (Valadéz-Rodríguez, 2006).

En forma de resumen se clasifica a continuación los diferentes tipos de células de la retina en la tabla 2; así como esquemas de la organización retiniana en la figura 4.

**Tabla 2.** Tipo de células de la retina

<b>TIPO DE CÉLULA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS CELULARES</b>
<i>Monopolares</i>	Células horizontales
	Células amacrinas
	Conos
<i>Bipolares</i>	Bastones
	Células aplanadas

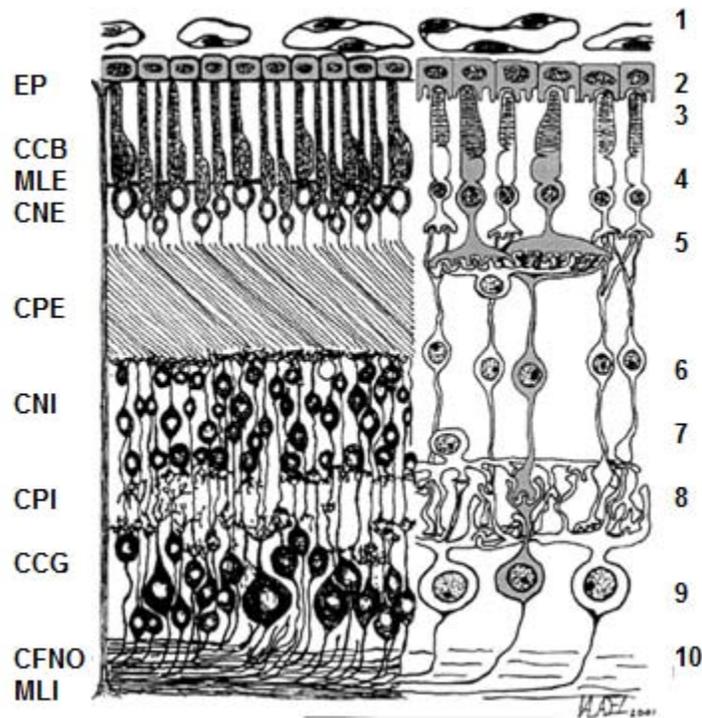
## Células X o enanas de la retina

*Ganglionares*

Células Y

Células W

(Valadéz-Rodríguez, 2006)



*Figura 4.* Diagrama simple de la organización de la retina. Estructura histológica de la retina. El lado izquierdo representa las 10 capas tradicionales. A la derecha los componentes celulares sinápticos. EP= Epitelio pigmentario; CCB=Capa de conos y bastones; MLE= Membrana limitante externa; CNE= Capa nuclear externa; CPE= Capa plexiforme externa; CNI= Capa nuclear interna; CPI= Capa plexiforme interna; CCG= Capa de las células ganglionares; CFNO= Capa de las fibras del nervio óptico; MLI= Membrana limitante interna. 1= Vasos coroideos, 2= Epitelio pigmentario, 3= Segmentos externos de los receptores de conos y bastones, 4= Núcleos y extremos proximales de los receptores, 5= Zona sináptica de los receptores con las células bipolares y horizontales, 6= Cuerpos de células bipolares, 7= Células amacrinas, 8= Zona sináptica de la células bipolares, ganglionares y amacrinas, 9= Cuerpos de las células ganglionares, 10= Fibras del nervio óptico (Valadéz-Rodríguez & Granados-Domínguez, 2014).

### 3.1.1 Movimientos oculares

Los movimientos oculares son de tipo reflejo y voluntario, controlados por conexiones complejas y organizadas del sistema nervioso central que involucran áreas corticales. Los movimientos de cada ojo están regidos por la acción coordinada de seis músculos, los cuales inervan el nervio oculomotor (III), el troclear (IV) y el abducens (VI). El músculo elevador del párpado superior, es extraocular, debido a que no participa en el movimiento ocular. Todos los músculos estriados extrínsecos, se originan en los huesos de las órbitas y se insertan en la esclera del bulbo ocular (Rocio-García, 1998). En la tabla 3 se explica la inervación a cada músculo por cada nervio craneal, así como su funcionamiento; la figura 5 muestra la ubicación anatómica de cada músculo.

**Tabla 3.** Músculos oculares

<b>MÚSCULOS</b>	<b>INERVACIÓN POR NERVIOS CRANEALES</b>	<b>FUNCIÓN-MOVIMIENTO</b>
Recto medial	III (Nervio oculomotor)	Aducción o aproximación gira el ojo hacia el lado nasal
Recto lateral	VI (Nervio abducens)	Abducción o separación, gira el ojo hacia el lado temporal
Rectos superiores	III (Nervio oculomotor)	Aproximación y rotación interna
Rectos inferiores	III (Nervio oculomotor)	Depresión, aproximación y rotación interna
Oblicuo superior	IV (Nervio troclear)	Rotación interna, depresión y separación
Oblicuo inferior	III (Nervio oculomotor)	Rotación interna, elevación y separación
Rectos superiores,		Dirigen los ojos hacia el

oblicuos inferiores y  
rectos mediales

horizonte al mirar un  
objeto a 60cm arriba y a la  
línea media.

Los 12 músculos en  
reposo

Mirar hacia el frente, a un  
objeto en el horizonte.

---

(Rocío-García, 1998)

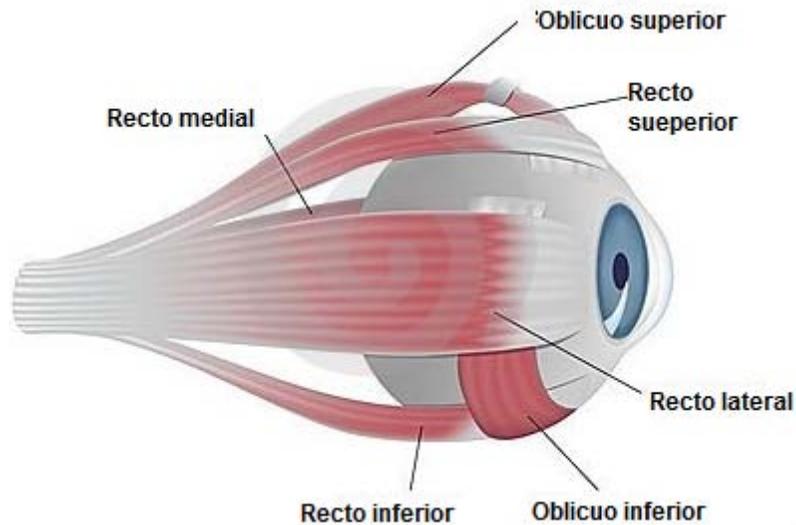


Figura 5. Músculos oculares, en vista lateral del ojo (Dreamstime, 2015).

### 3.2.1 Vías pregeniculadas

Es un conjunto de vías que abarcan estructuras anteriores al tálamo, en específico al núcleo geniculado lateral (NGL); estas son el nervio, quiasma y tracto óptico. Estas se ilustran en la figura 6 (Schiffman, 2004; Valadez-Rodríguez & Granados-Domínguez, 2014):

- a) Nervio óptico: es el producto de la unión de las fibras de las células ganglionares de la retina. Surgen en la superficie posterior del bulbo ocular siguiendo un trayecto hacia la cavidad orbitaria hasta alcanzar el canal óptico. La lesión total del

nervio óptico puede provocar ceguera en el ojo ipsilateral del nervio lesionado, a esta entidad se le conoce como *amaurosis*.

- b) Quiasma óptico: al penetrar la cavidad craneal, ambos nervios ópticos se encuentran muy próximos entre sí y terminan por fusionarse en la línea media formando el quiasma óptico. Este está formado por las fibras retinianas de las mitades nasales de ambos ojos, por lo que conducen estímulos visuales de ambos hemisferios temporales. De los bordes posterolaterales del quiasma se originan las cintillas o tractos ópticos. Dada la cercanía que el quiasma mantiene con la glándula hipófisis, los tumores de la glándula fácilmente pueden comprimir al quiasma produciendo hemianopsia.
- c) Tracto óptico: cada tracto es la suma de fibras de la mitad temporal de la retina del ojo del mismo lado y la mitad nasal del lado opuesto, por lo tanto cada tracto óptico conduce impulsos nerviosos con información visual de los hemisferios homónimos contralaterales. La lesión de alguno de los tractos ópticos produce ceguera en el campo nasal ipsilateral del tracto lesionado y en el campo temporal del ojo contralateral, lo que ocasiona hemianopsia homónima.

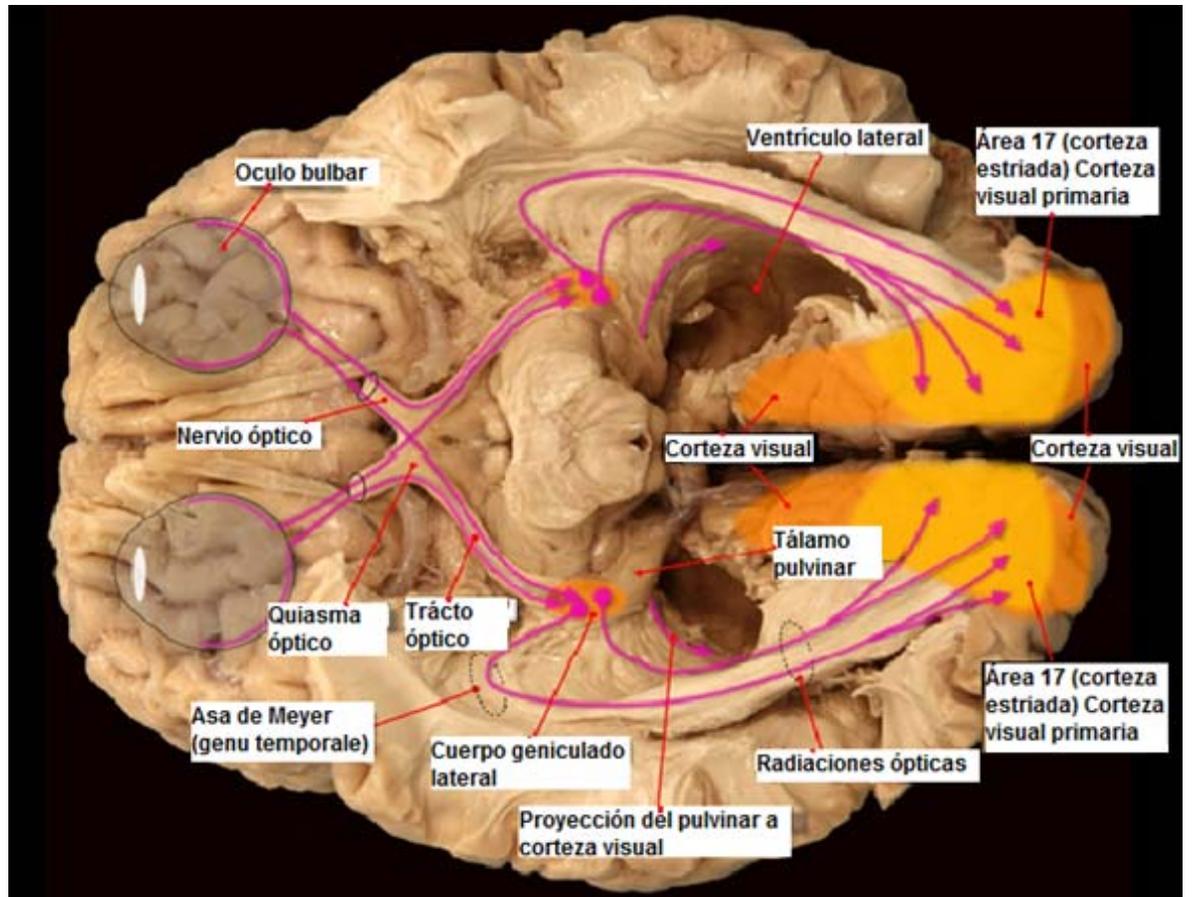


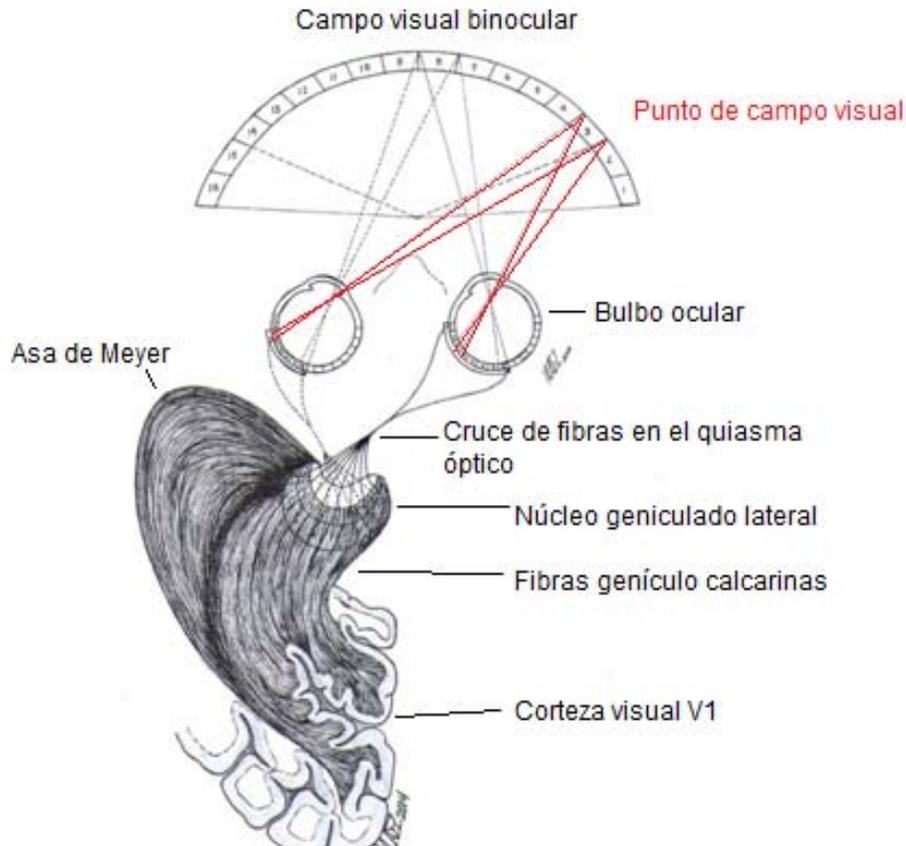
Figura 6. Vías pregeniculadas y postgeniculadas. La vía anterior al Cuerpo geniculado lateral es vía pregeniculada; la vía posterior al Cuerpo geniculado lateral es vía postgeniculada (Biodigital human, 2015).

### 3.2.2 Vías visuales postgeniculadas

Es aquella vía que recorre a partir del tálamo, el NGL y la corteza occipital. Ilustradas en la figura 7.

- a) Núcleo geniculado lateral (NGL): este núcleo lo conforman seis estratos conformados por 2 capas ventrales de largas células, llamadas capas M o magnocelulares y 4 capas ventrales de pequeñas células, conocidas como capas P o parvocelulares; estas se describirán con mayor detenimiento en el capítulo siguiente. En estas subdivisiones, las fibras retinianas se separan de forma que aquellas provenientes del ojo contralateral al NGL terminan en las capas 2,3 y 5 mientras

que las del ojo ipsilateral terminan en las capas 1, 4 y 6. La ilustración de las capas del NGL se aprecian en la figura 9. Tradicionalmente se consideraba que el NGL enviaba proyecciones exclusivamente al área visual primaria (V1) ó 17 de Brodmann, sin embargo actualmente se acepta que las fibras geniculadas también presentan proyecciones a la corteza pre-estriada (áreas 18y 19 de Brodmann), al núcleo pulvinar talámico y al colículo superior mesencéfalo. Funcionalmente, el NGL se encarga de realizar un primer análisis de la información visual mediante la discriminación del movimiento y de algunos componentes de la luz como el color (Valadez-Rodríguez & Granados-Domínguez, 2014; Daw, 2006; Carlson, 2006; Baars & Gage, 2010).



*Figura 7.* Vía postgeniculada. Representación de fenómeno anatomofuncional de la retinotopía. (Valadéz-Rodríguez & Granados-Domínguez, 2014)

- b) Núcleo pulvinar talámico: este recibe conexiones aferentes del NGL y se interconecta con varias estructuras, la corteza visual primaria y secundaria, la corteza temporal superior, corteza auditiva primaria y secundaria (área 41, 42 y 22 de Brodmann), el lóbulo parietal inferior y áreas de asociación terciarias en los giros angular y supramarginal (área TPO). Por la gran variedad de conexiones, el núcleo pulvinar participa en fenómenos visuoperceptuales de alto nivel jerárquico como la elaboración primaria de las imágenes visuales, el reconocimiento de las distancias absolutas y relativas y las representaciones corpóreo-espaciales (Valadéz-Rodríguez, 2006; Valadéz-Rodríguez & Granados Domínguez, 2014).

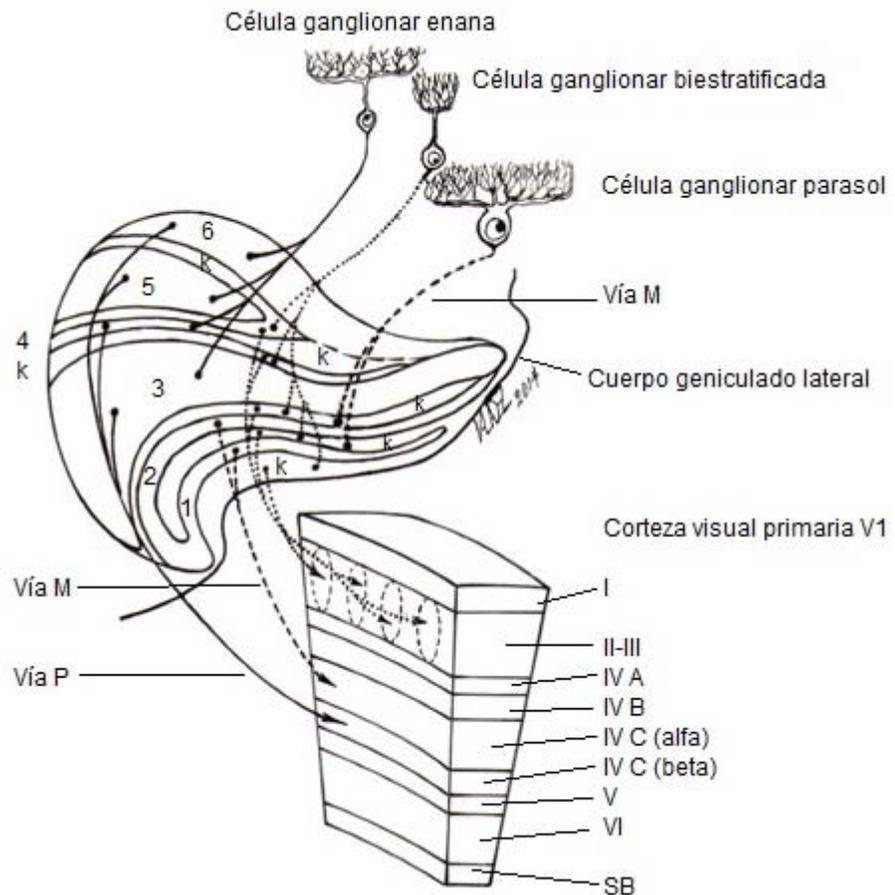
### 3.2.2.1 Vías P, M, y K, vías previas al análisis cortical

Como se mencionó anteriormente las vías corticales visuales tiene sus respectivos orígenes en dos clases diferentes de células ganglionares y bipolares retinianas, las del tipo M (magnocelulares), P (parvocelulares) y K (koniocelulares), las cuales serán explicadas a continuación e ilustradas en la figura 8.

- a) La vía P tiene su origen en las células bipolares enanas, para posteriormente transmitir la información visual por medio de las células ganglionares, las cuales envían información a las capas P del NGL que a su vez proyecta sobre la capa  $4C\beta$  de la corteza visual primaria. Esta vía posee una velocidad de conducción lenta y reaccionan de forma continua sostenida; así mismo cuenta con pequeños campos receptivos centro-periferia que en consecuencia reaccionan a detalles precisos y finos de estimulación estacionarios. Las células P están relacionadas con la fovea, así como con la visión de forma y color, principalmente en el envío de la información de color (Luna & Tudela, 2006; Schiffman, 2004; Zeki, 1995).
- b) La vía M, tiene su origen en las células bipolares difusas que envían su información a las células ganglionares parasol, donde estas envían su información a las capas magnocelulares del NGL y de ahí proyecta sobre la capa  $4C\alpha$  y  $4B$  de la corteza visual primaria. Esta vía posee una velocidad de conducción rápida y responden de forma abrupta. Estas células sinaptan con los bastones y con algunos conos, por lo que contribuyen muy poco en la función de agudeza visual, pero proporciona la principal información de luminosidad

escotópica y fotópica, así como la relación espacial del movimiento de los objetos (Luna & Tudela, 2006; Schiffman, 2004; Zeki, 1995).

- c) Vía K, esta vía se origina en las células ganglionares bi-estratificadas, las cuales proyectan la información sobre las capas K (situadas entre las células P y M del NGL) y desde ahí a las zona de gotas (blobs) en las capas 2 y 3 de la corteza visual primaria. Esta vía transmite información oponente relacionada con los conos de onda corta, por lo que responde a la codificación del par de colores azul-amarillo (Luna & Tudela, 2006; Waxman, 2011).



*Figura 8.* Esquema de vías visuales geniculadas a partir de las células ganglionares de la retina que integran la vía P para color y forma, la vía M para el movimiento y la vía K para la codificación de colores azul-amarillo. (Valadéz-Rodríguez & Granados-Domínguez, 2014).

A partir del análisis específico de la información visual que realizan estas vías, se constituye la base para contestar “¿Qué es lo que veo?” y “¿Dónde está lo que veo?”. Preguntas importantes que hay que resolver para percibir el ambiente.

#### **4. Lóbulo occipital, análisis cortical y el principio de la percepción visual**

El lóbulo occipital forma el polo posterior del hemisferio cerebral, descansa bajo el hueso occipital de la parte posterior del cráneo. En la superficie medial del hemisferio, el lóbulo occipital se distingue del lóbulo parietal mediante el surco parieto-occipital. No existen surcos o marcas que separen de manera clara la corteza occipital de la corteza parietal o temporal dentro de la superficie lateral del hemisferio. Sin embargo dentro del análisis cortical de la información visual existen tres áreas que realizan estos procesos; estas se ilustran en la figura 9 (Kolb & Whishaw, 2003).

- a) Surco calcarino, contiene la mayoría de la corteza primaria. Divide las mitades inferiores y superiores de la corteza visual.
- b) Giro lingual, se encuentra en la superficie ventral del hemisferio. Este giro incluye regiones corticales de V2 y VP.
- c) Giro fusiforme, al igual que el giro lingual se ubica en la parte ventral del hemisferio. Este giro incluye el área V4.

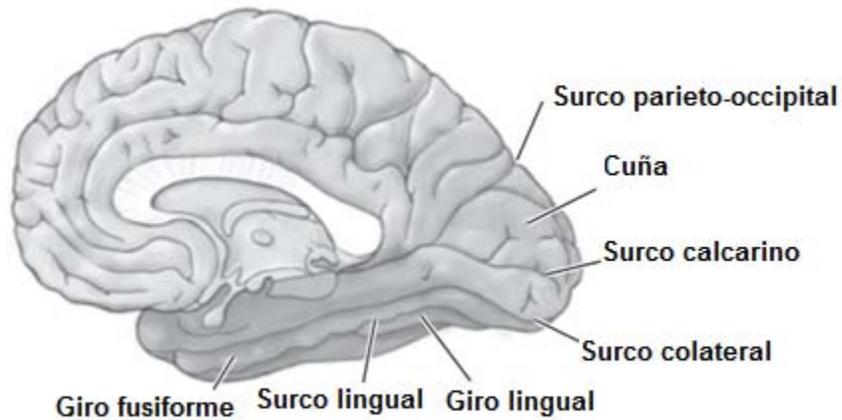


Figura 9. Áreas corticales del análisis de la información visual (Kolb & Whishaw, 2003).

#### 4.1 División de la corteza occipital

La corteza occipital contiene 6 diferentes áreas visuales clasificadas por Korbinian Brodmann en la corteza del macaco; estas son V1, V2, V3, V4, MT (conocida como V5) y V6, ilustradas en la figura 10.

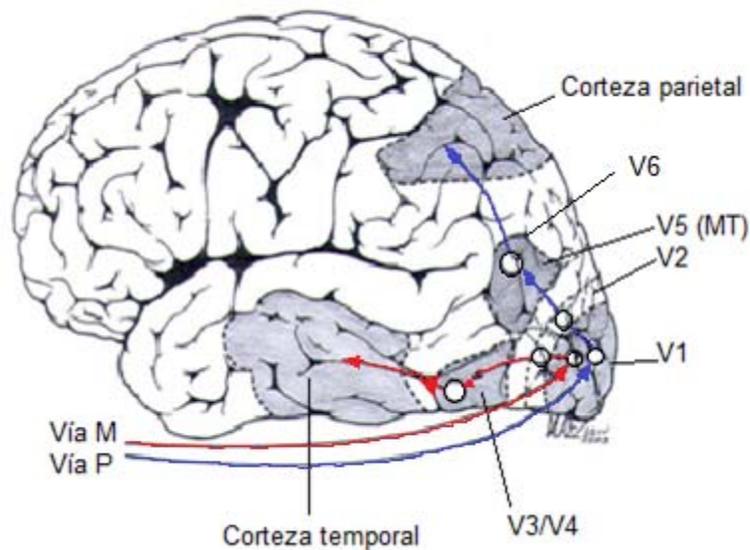


Figura 10. Áreas funcionales visuales (Valadéz-Rodríguez, 2006)

### Área visual primaria, V1

Es el área donde confluyen los impulsos originados de las neuronas del NGL. Los estudios metabólicos que emplean la enzima citocromoxidasa han permitido conocer que la corteza V1 responde a estímulos de color, líneas y movimiento (Valadéz-Rodríguez & Granados-Domínguez, 2014).

Los pioneros en la investigación de la percepción de los estímulos visuales fueron David Hubel y Torsten Wiesel, en 1981 se les galardonó con el premio Nobel de Medicina y Fisiología por el descubrimiento de campos receptivos circulares con regiones de activación y desactivación concéntricas, mostrando que los campos receptivos visuales poseen propiedades lineales. Esto significa que los estímulos primariamente resueltos por la corteza son líneas, barras y diversos segmentos rectangulares con bordes definidos. En cuanto a los campos receptivos se encontraron que cada uno responde a cierta angulación o tipo de estímulo (Schiffman, 2004).

- a) Células simples: responden a una barra de luz (segmento recto, pequeño y alargado) o un borde. La barra debe de tener un determinado sitio con cierta orientación. Si el ángulo de esta se altera en  $15^\circ$ , la respuesta celular disminuye.
- b) Células complejas: los campos receptivos de estas células suelen ser más grandes que los de las células simples, así mismo poseen una cierta orientación. El estímulo orientado puede presentarse en cualquier parte del campo visual, así mismo estas responden al movimiento derecha-izquierda.

- c) Células hipercomplejas: posee campos receptivos con sensibilidad óptima al movimiento y a estímulos orientados específicamente; pero que responden a una determinada longitud, por lo que responden a los cambios en los límites de las cosas. Las células hipercomplejas son particularmente útiles para detectar puntas, esquinas y bordes.

Hubel y Wiesel, propusieron una organización funcional que resumía las preferencias oculares de orientación. Según Hubel, las seis capas de la corteza están organizadas en módulos o hipercolumnas que se distribuyen de forma perpendicular a la superficie (Schiffman, 2004).

Las capas II y III de V1 responden a las diferentes frecuencias del color. Las neuronas de esta capa tienden a agruparse formando una especie de diminutas manchas redondas que se profundizan adoptando la forma de cilindros abarcando las dos capas (II y III); estos grupos están separados por rendijas cuyas células responden a la orientación de las líneas, lo cual es la base del reconocimiento de las formas (Valadéz-Rodríguez & Granados-Domínguez, 2014).

Recientemente se han descubierto neuronas que responden a líneas atravesadas y derivadas como cruces, esquinas, figuras en “Y” o discontinuidades en la orientación; estas fueron encontradas en la corteza visual primaria del gato y del mono. Las respuestas de estas células es 3 veces más intensa y con una latencia menor que a la respuesta de una barra. Por lo tanto parece natural suponer que los detectores de orientación de barras y de líneas cruzadas, son empleadas por la corteza visual primaria para el procesamiento de información de las formas (Shevelev, Kamenkovich, & Sharaev, 2003). Dentro de este

reconocimiento Shevelev y colaboradores (2003) proponen que el reconocimiento de figuras geométricas formado por líneas rectas de cierto umbral podrían revelar un rol para detectar características de segundo orden (esquinas), debido a la comparación de la orientación de líneas. Esta hipótesis se confirmó en su estudio, donde figuras sin una parte de la línea era reconocidas de manera exitosa, que cuando se omitían ángulos.

Finalmente, la capa IV de V1 se divide en capa 4A y 4B. Esta última se caracteriza por poseer un grupo de neuronas que se agrupan formando “parches” de forma irregular que responden al movimiento (Valadéz-Rodríguez & Granados-Domínguez, 2014).

### Área visual V2

Está situada alrededor de la corteza estriada, es conocida como corteza pre-estriada o área V2. Esta se divide en dos, una parte que representa la retina superior (campo visual inferior), ubicada en el cuneus, bordeando el labio superior de la cisura calcarina, y la otra parte representa la retina inferior (campo visual superior) que se sitúa en la circunvolución lingual. Esta última también se conoce como área secundaria pues recibe impulsos de V1 (directa o de la vía pulvinar), donde las capas II y III agrupan a las neuronas por zonas funcionales, clasificando las formas de las líneas en dos categorías, gruesas y delgadas. Las líneas gruesas son sensibles al movimiento, mientras que las delgadas al color. Las neuronas en las líneas delgadas reciben fibras de las columnas V1 y envían sus axones a V4 ubicado en el giro fusiforme, una región de transición occipitotemporal en la cara inferomedial del hemisferio. Por otro lado las neuronas de los parches de la capa IV B de V1, sensibles a movimientos se conectan tanto con las líneas gruesas de V2 como con la zona V5 llamada MT y V3. Así mismo se ha reportado la importancia de V2 en su capa 6

para el reconocimiento del objeto, vital para la formación de recuerdos, más no para su almacenamiento (Schiffman, 2004; Zequi, 1995; Valadez-Rodríguez & Granados-Domínguez, 2014; López-Aranda, y otros, 2009).

### Tercer complejo visual (Área visual V3)

Es una región localizada enfrente de V2 y V5. La expresión “complejo” significa que aún existe la controversia de la localización exacta del área V3. Nieuwenhuys y colaboradores (2007) divide el área V3 en área dorsal (V3d), dirigida al lóbulo parietal y área ventral (V3v, área posterior ventral VP). Adicionalmente de estas subdivisiones, se incluye V3A (área accesoria), localizada en la parte dorsal cerca del surco parieto-occipital, esta comparte representación en el meridiano vertical con V3d.

Lui y colaboradores (2006) consideran a V3d parte de una gran área llamada área dorsomedial (DM), la cual contiene la representación total del campo visual. Estas neuronas responden a un movimiento coherente de largos patrones que cubre grandes porciones del campo visual. V3v o VP, posee conexiones débiles provenientes de V1 y conexiones fortalecidas de la corteza temporal inferior, la cual cubre una completa porción del campo visual (Rosa-Marcello & Tweedale, 2000).

Se ha llegado a concluir de forma general que la funcionalidad de V3 es igual a la de V2, ya que analiza la forma y orientación de los objetos y la relaciona con el movimiento. Estos impulsos viajan por la vía M llegando a las capas magnocelulares del NGL y de estas a la capa 4B de V1 hacia el área V3 ó V2. (Schiffman, 2004; Zequi, 1995; Valadez-Rodríguez & Granados-Domínguez, 2014).

### Área visual V4

Es un área especializada en el procesamiento del color. Recibe un input de la región foveal en V1, aunque el más importante proviene de V2. Al igual que V3, V4 posee una subdivisión dorsal (V4d) y ventral (V4v). V4d es continua a la parte parafoveal de V3d, así como lo es V4v de V3v. Estas dos zonas representan regiones complementarias al campo visual, V4v constituye el campo superior y V4d el inferior (Hansen, Kay, & Gallant, 2007; Zeki, 1995). Aparte de realizar un análisis del color, también lo desarrolla para la forma, debido a que los impulsos pasan por las capas parvocelulares del NGL y proyectan sobre las neuronas de las intercolumnas de V1 y las interlineas de V2, para dirigirse al área V4 para realizar un análisis más elaborado (Valadez-Rodríguez & Granados-Dominguez, 2014). Zhou & Desimone (2011) describieron características de V4, observando que responde a estímulos específicos de color y forma geométrica durante la búsqueda visual. Así mismo se ha descrito que V4 proporciona la información sensorial bottom-up acerca de las características de los estímulos mientras que el Área Frontal de los Ojos (AFO, Área 8 de Brodmann) proporcionará una respuesta atencional top-down, dirigiendo a los ojos al estímulo con las características procesadas por V4. Estos investigadores proponen a V4 como un área que guía los movimientos oculares en la búsqueda de los estímulos.

### Área V5 o MT (Temporal media)

Ocupa en la cisura temporal superior, en la parte anterior del complejo V4 se ubica V5. Es un área especializada en el análisis del movimiento, que recibe un input directo de V1, tanto en la zona anterior como en la inferior (Schiffman, 2004; Zeki, 1995).

## Área V6

Ubicada en la parte dorsal del surco parieto-occipital, V6 posee un rol importante en la ubicación visoespacial, para monitorear el movimiento ocular y modular el movimiento egocéntrico, esto se realiza mediante la extracción de pistas visuales para representar el auto- movimiento, así como las claves de posición del movimiento global de los objetos (Cardin, Sherrington, Hemsforth, & Smith, 2012). De la misma forma Pitzalis y colaboradores (2012) descubrieron que esta área era fuertemente activada durante movimientos de señalización o alcance de objetos.

## Nomenclatura de áreas de Brodmann occipitales

a) Área 17: ubicada en los bordes superior e inferior del surco calcarino hasta extenderse hasta el polo occipital. Corresponde a la corteza visual primaria (V1) siendo la zona donde finaliza las radiaciones ópticas procedentes del NGL que a su vez transmiten la información procedente de los receptores visuales de la retina. El grosor de esta corteza es de 1.5 mm, histológicamente es considerada una corteza granular. La destrucción bilateral de esta corteza produce ceguera cortical, mientras una lesión lateral puede producir hemianopsia homónima del campo visual contralateral, metamorfopsia (distorsión de la forma y tamaño del objeto) y pérdida de la percepción de profundidad (Portellano, 2005; Valadez-Rodríguez & Granados Domínguez, 2014).

b) Área 18 y 19: son consideradas áreas de asociación secundarias. Constituyen las áreas extraestriadas corticales (Portellano, 2005):

- i. El área 18 se conoce como región paraestriada, relacionada con la síntesis de la información visual. Constituida por numerosas fibras interhemisféricas que conectan ambos hemisferios.
- ii. El área 19 se encuentra inmediatamente por detrás y por encima del lóbulo parietal y temporal respectivamente. Es el lugar de la integración multimodal de las informaciones visuales, sistemas auditivos, sensoriales, así como sede de la memoria visual junto a las áreas posteriores del lóbulo temporal.

Como se puede observar ambas áreas tienen el objetivo de integrar la información visual, percibir la información visoespacial y del movimiento. En el hemisferio izquierdo estas áreas se encargan de interpretar los signos gráficos que tienen sentido lingüístico como letras y palabras, dirige funciones cognitivas y asociativas; mientras que en el hemisferio derecho interpretan signos no lingüísticos como figuras geométricas, es decir procesos de discriminación y de comparación de datos sensoriales. La interpretación global, abstracta y lingüística de las imágenes se producen gracias a la comunicación de los dos hemisferios por medio de las fibras del esplenio del cuerpo calloso (Valadez-Rodríguez & Granados-Domínguez, 2014; Albert, Reches, & Silverberg, 1975).

La ubicación espacial de las tres áreas de Brodmann divididas citoarquitectónicamente se encuentran ilustradas en la figura 11.

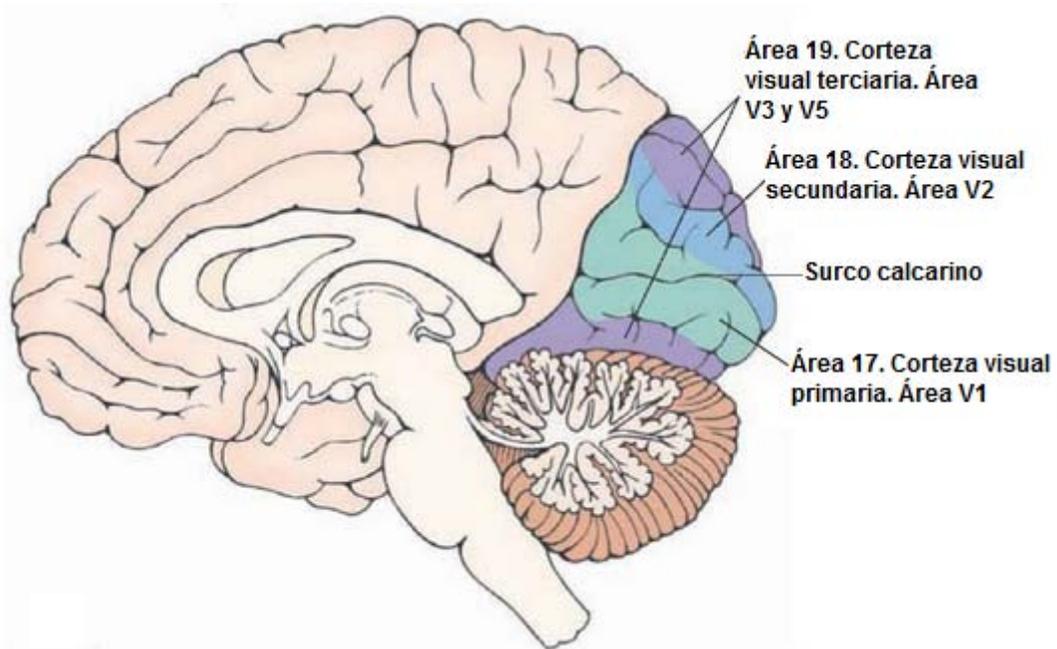


Figura 11. Áreas citoarquitectónicas del lóbulo occipital (Publishing, 2015)

#### 4.2 Percepción cortical del color

La percepción o la visión del color es la capacidad de percibir y discriminar entre las diferentes composiciones de longitudes de onda. El color es una característica viva del ambiente, que no sólo especifica un determinado atributo fundamental o cualidad de las superficies o de los objetos, sino que también tiene profundos efectos de carácter estético y emocional (Prado-Serrano, Camas-Benítez, & Laredo-Mendiola, 2008).

El procesamiento del color se divide en dos etapas; en la primera etapa las células de los conos se activan mediante combinación de ondas de luz que entran a los ojos, obteniendo tres tipos de células (Nijboer, van Zandvoort, van der Smagt, Lemmens, & de Haan, 2007):

- Cortos: S (420 nm).

- Medianos: M (534 nm).
- Largos: L (564 nm).

En la segunda etapa la activación de los conos se combina con la de las células ganglionares de la retina produciendo un espacio tridimensional del color oponente. La primera dimensión corresponde a la de la luminancia, esta es determinada mediante la suma de activación de conos M y L (M+L). La segunda dimensión representa una activación diferencial de M y L (M-L), la cual es un proceso básico para distinguir los colores. Y la tercera dimensión resulta de la activación de conos de contraste de M y L (S-(M+L). Posteriormente se dirigen hacia la vía lateral del NGL para finalizar en la corteza visual izquierda, las cuales relacionan y recuperan información de la selectividad al color. En V1 se realiza una selectividad aproximada del 40%, en V2 del 25% y en V4 del 55% (Witzel & Gegenfurtner, 2013; Nijboer, van Zandvoort, van der Smagt, Lemmens, & de Haan, 2007).

En un estudio de Hitoshi y colaboradores (2007), se mostró la superioridad del hemisferio derecho en la detección de colores. Las deficiencias en la detección de color se encontraron con mayor frecuencia en el campo visual contralateral a una lesión derecha postero-occipital, que en las lesiones izquierdas. La ceguera al color ha sido reportada en pacientes con daño en el campo visual izquierdo. Sin embargo en cuanto al efecto de luminosidad y contraste, no se encontró que el hemisferio derecho contribuyera a la detección de estos parámetros.

### *4.3 Percepción cortical de las figuras geométricas*

La forma es el estudio de figuras rígidas, sus propiedades y su relación entre una y otra. Las investigaciones más comunes se refieren a las figuras espaciales, como una esfera o unos cubos; y figuras planas, como un círculo, triángulo, cuadrado, rectángulo, rombo y elipse entre otras. Las figuras geométricas se encuentran en un plano bidimensional y todo lo que nos rodea son formas (Lugo-Mateos, 2013).

La percepción de formas se fundamenta mediante la psicología de la Gestalt. Esta teoría fundamenta a la organización en percibir características globales y coherentes del ambiente visual con base en la colocación, localización e interacción de sus partes componentes. Max Wertheimer, en base a la traducción de Michael Wertheimer, describió un conjunto de principios Gestalt de agrupamiento ilustrado en la figura 12 (Schiffman, 2004; Olvera-Trejo, 2001; Luna & Tudela, 2006).

- a) Proximidad: los elementos más próximos tienden a agruparse entre sí formando unidades perceptivas distintas
- b) Semejanza: los elementos más semejantes tenderán agruparse entre sí. Y la conjunción de varias dimensiones llevará a un agrupamiento más o menos potente.
- c) Emergencia: surge cuando se percibe un objeto y le damos una interpretación a partir de la información previa que se conoce.
- d) Cierre: las formas cerradas tienden a percibirse con preferencia a las formas abiertas.
- e) Buena continuación: se tiende a percibir cambios suaves en la estimulación con preferencia a cambios pronunciados

- f) Destino común: los elementos que presentan una misma pauta de movimiento se percibirán como formando una misma unidad perceptiva, únicamente este concepto aplica a elementos en movimiento.
- g) Conectividad uniforme: se refiere a la percepción de una sola unidad cuando los elementos que la forman parecen estar conectados físicamente.
- h) Simetría: es la prioridad en el agrupamiento perceptual se asigna a la figura más natural, equilibrada y simetría que a la figura asimétrica.
- i) Relación entre figura y fondo o multi-estabilidad: el cerebro no puede interpretar un objeto como figura o fondo al mismo tiempo. Depende de la percepción de la imagen a observar, se puede dar más de una interpretación.
- j) Invarianza: es el reconocimiento de los objetos independientemente de su posición.

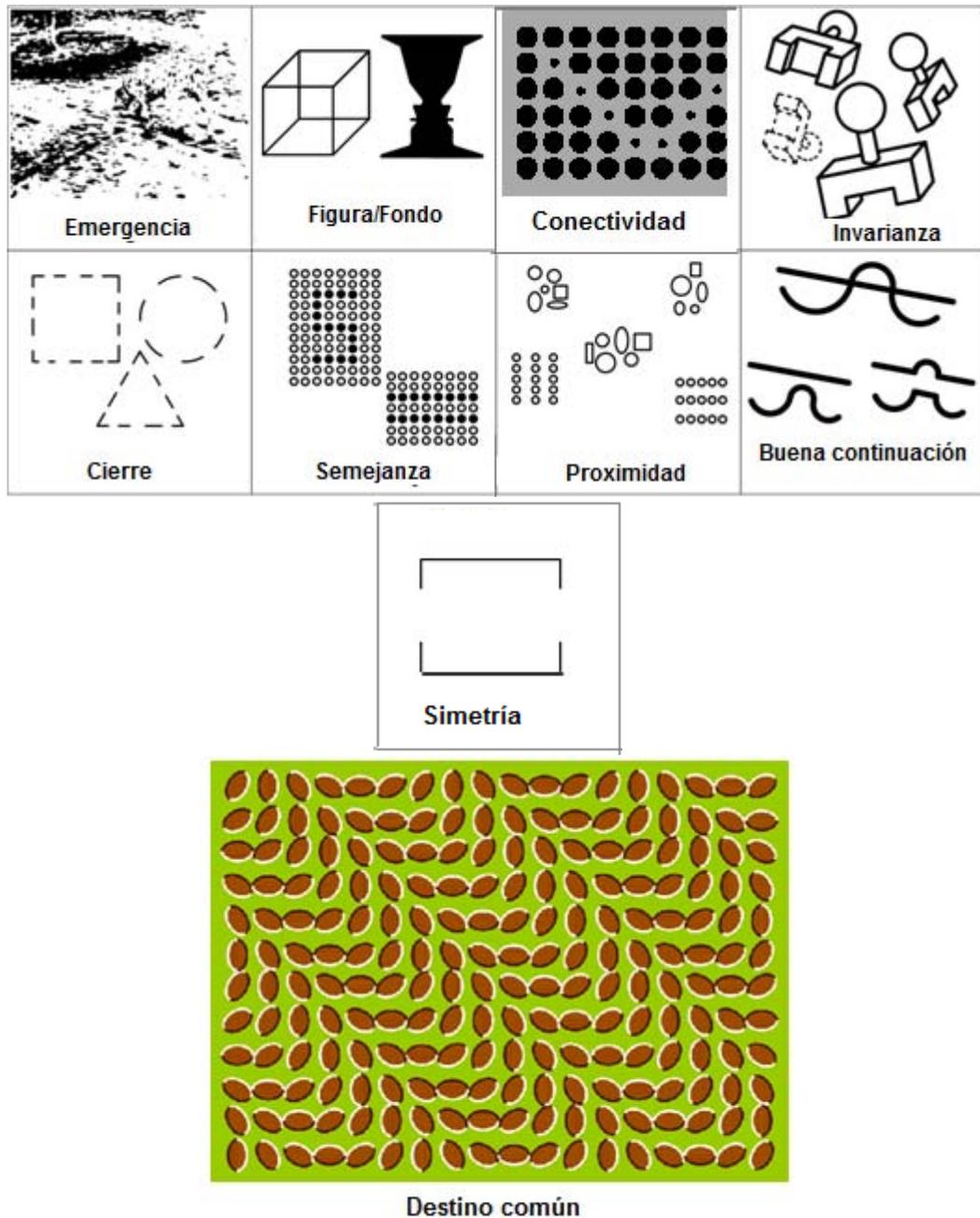


Figura 12. Principios de la teoría de la Gestalt (Braungardt, 2014)

Las áreas corticales encargadas de la percepción de la forma geométrica son:

- a) Complejo occipital lateral (Lateral occipital complex, LOC): localizado en el banco lateral del giro fusiforme, en su parte ventral y dorsal. Este responde a la variedad de formas y de objetos, especialmente a las que no se encuentran mezcladas o

revueltas, sin embargo esta respuesta no es suficiente para determinar el reconocimiento total del objeto. Lesiones en esta zona, dan como resultado una variedad de déficits en el reconocimiento de objetos (Baars & Gage, 2010). Estudios recientes de Grill-Spector, Kourtzi & Kanwisher (2001) indican que el LOC podría contener dos subdivisiones, una caudal-dorsal (LO) y una ventral-anterior en el giro fusiforme. LO está situada en la parte posterior de MT en el surco lateral-occipital y se extiende al surco inferior-temporal posterior. La parte anterior-ventral de LOC (Loa o pFs) está localizada en el giro fusiforme posterior medial, extendiéndose también al surco temporal occipital ubicada en el área V4. Esto reveló que la región dorsal-caudal (LO) es sensible a la percepción del tamaño y localización de los objetos. La ubicación cortical de esta área se ilustra en la figura 13.

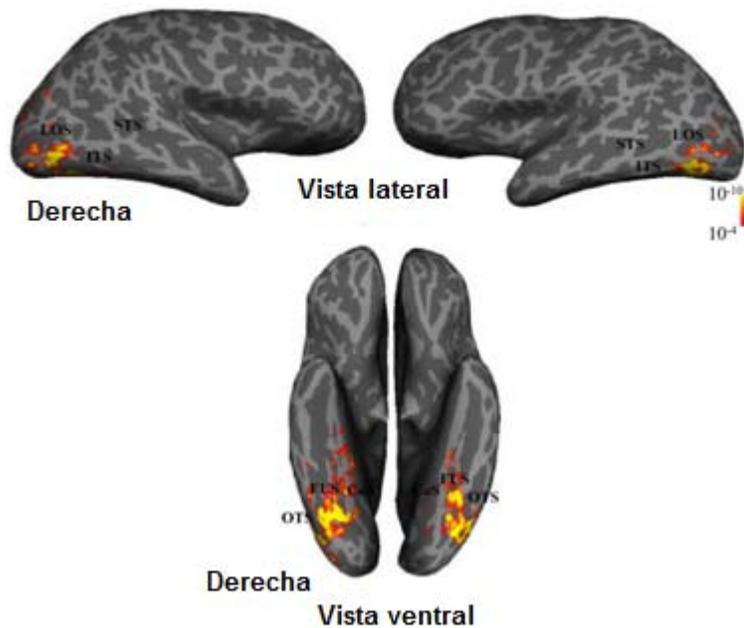


Figura 13. Complejo occipito parietal (LOC) (Grill-Spector, Kourtzi, & Kanwisher, 2001)

b) Área fusiforme de la cara (Fusiform face area, FFA): esta área se localiza en la parte lateral del giro fusiforme medial, teniendo una mayor respuesta a los estímulos de la forma a la cara humana, que a la de los animales, caricaturas y otra variedad de estímulos como manos, cuerpo, ojos, etc (Baars & Gage, 2010). Kanwisher & Yovel (2006) descubrieron que 97% de las neuronas en esta región responden a las caras que a otra clase de objetos. Esta área se ilustra en la figura 14.

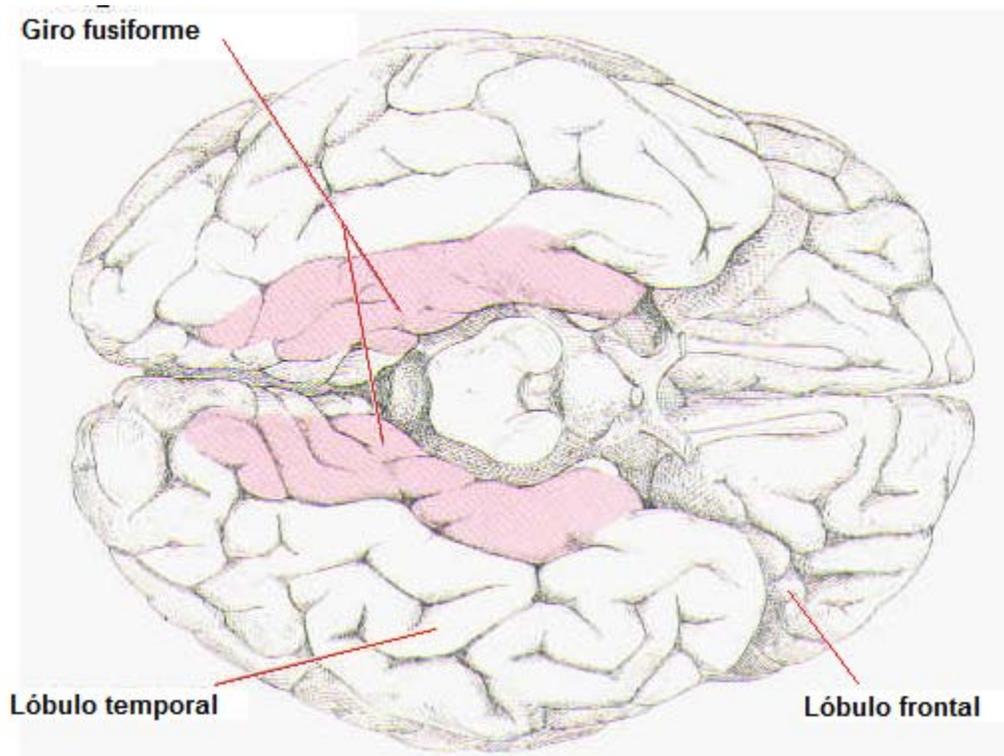


Figura 14. Área fusiforme de la cara (FFA) (Lopera-R, 1998).

c) Área parahipocampal del lugar (Parahippocampal place area, PPA): es un área que se ubica en la parte posterior medial del lóbulo temporal, que responde a escenas complejas como cuartos, paisajes y calles, la actividad de respuesta no depende de objetos discretos, sino de la superficie de la escena en el espacio; por eso el nombre de PPA, ya que se realiza un reconocimiento del lugar, ejecuta la relación de la información perceptual actual con la de los lugares almacenados anteriormente en la

memoria (Epstein, Harris, Stanley, & Kanwisher, 1999; Baars & Gage, 2010). La representación cortical de esta área se ilustra en la figura 15.

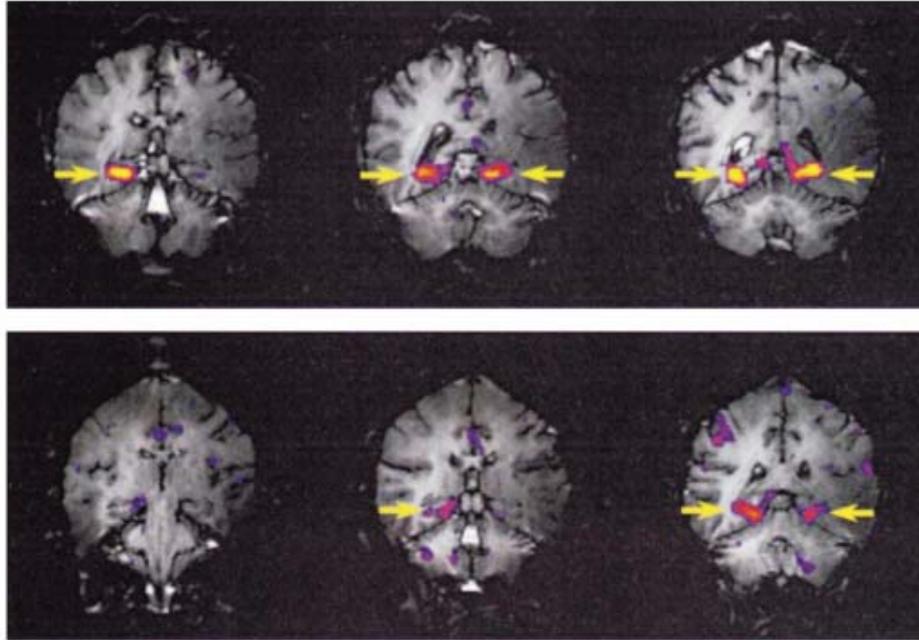


Figura 15. Área parahipocampal de lugar (PPA) (Epstein, Harris, Stanley, & Kanwisher, 1999)

## 5. Procesos neuropsicológicos de la visión

### 5.1 Vías del “Qué” y “Dónde”

El concepto de “vías corticales”, vías del “qué” o ventral y del “dónde” o dorsal fue introducido por Ingle y Schneider, donde sugieren que el procesamiento visual es segmentado en dos vías subcorticales hacia el mesencéfalo, una vía relaciona la localización del estímulo y su orientación, y otra vía responde a la identificación del estímulo. Underleider y Mishkin en 1987 propusieron que esta organización de vías corticales tiene su origen en V1 (de Hann & Cowey, 2011).

La vía ventral, como su nombre indica, está situada ventralmente terminando el lóbulo temporal. Estas señales se dirigen del área V1 hacia áreas dorsales extraestriadas,

V2, V3 y V4 hacia áreas del lóbulo temporal inferior; esta vía se le conoce como la vía del “Qué”, ya que procesa la información del color, forma e identidad del objeto visual. Proceso que enfatiza la estabilidad e invariabilidad de las propiedades de los objetos. Su lesión causa problemas tales como acromatopsia, agnosia visual general, alexia, prosopagnosia y algunas variedades de topografagnosia. Esta vía ventral se ilustra en la figura 16 (Zequi, 1995; Binkofski & Buxbaum 2013).

Por otro lado la vía dorsal se encarga de localizar los objetos, por lo que también se le conoce como la vía del “Dónde”, corresponde al tracto occipitoparietal dorsolateral e inicia sus proyecciones desde el área V1 continua en MT y V3A; áreas importantes para dirigir el movimiento y estereoscopía; finaliza esta vía en regiones parietales que incluyen el área temporal superior medial (TSM) y área temporal del fundus superior, polisensorial temporal superior (PTS), ambas áreas interviene en los movimientos oculares de búsqueda y rastreo; las áreas intraparietal ventral (IPV), intraparietal lateral (IPL), intraparietal mesial (IPM) e intraparietal anterior (IPA), se encargan de la manipulación del objeto y atención visual; así como el área prefrontal inferoparietal de la parte dorsal (Zequi, 1995; Binkofski & Buxbaum 2013).

Lesiones en esta vía afecta los movimientos oculares de búsqueda, realización correcta con movimientos de los brazos para alcanzar objetos, velocidad en discriminación, percepción de movimiento complejo y la exactitud en codificar el espacio visual, akinetopsia, heminegligencia, astereopsis y síndrome de Ballint (Barton, 2010; Baars & Gage, 2010). El recorrido de la vía dorsal se ilustra en las figuras 16.

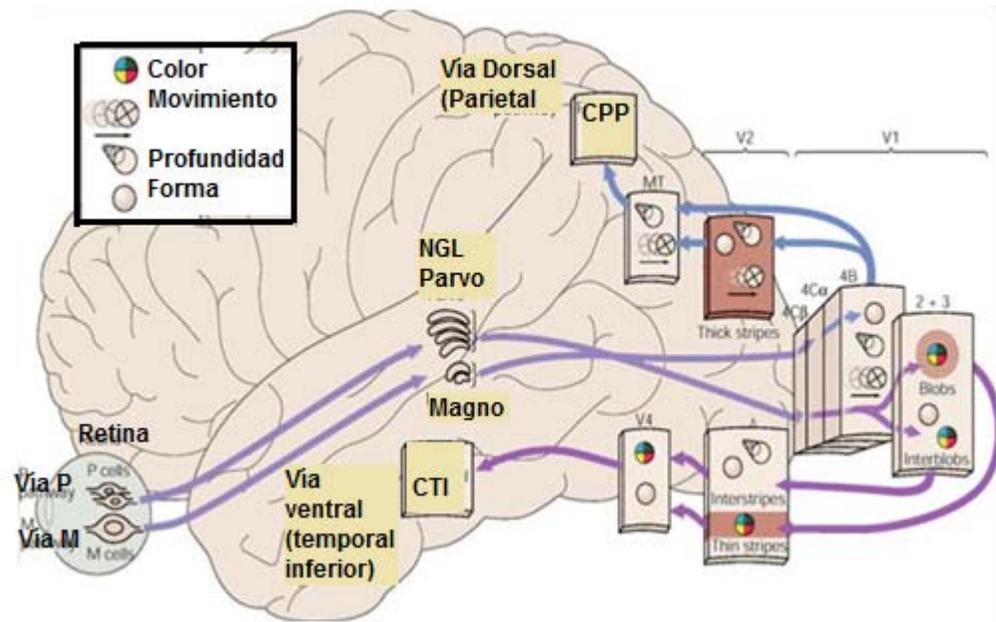


Figura 16. Vías ventrales y dorsales. CTI= Corteza temporal inferior. CPP= Corteza parietal posterior (Orbe, 2011).

Estudios recientes de Binkofski & Buxbaum (2013) han descubierto que esta vía dorsal se divide en dos vías más en la vía dorso-dorsal y dorso ventral:

- a) Procesamiento del objeto en la vía dorso-dorsal: esta vía es la más inmediata o directa para la acción de alcance de objetos. El déficit asociado a lesiones de la vía dorso-dorsal resulta ataxia óptica (AO), caracterizada por realizar una acción de “sobre-alcance” a un objeto que se encuentra en el campo visual periférico. Se observó que pacientes con OA activan áreas de regiones parietales superiores y occipito-parietales, en el lóbulo parietal superior, surco intraparietal y surco parieto-occipital.
- b) Procesamiento de la vía ventro-dorsal: esta vía procesa información sensoriomotora basada en la representación del objeto. Lesiones en esta vía producen daños de tipo cognitivo de representación de la acción que requiere el conocimiento del uso del

objeto. Este déficit se le conoce como apraxia de miembros, caracterizado por un déficit en la planeación anticipatoria, como el caso del uso incorrecto de herramientas. Se ha observado que lesiones en el área intraparietal lateral interfieren en el uso correcto del objeto.

Por lo tanto existen dos diferentes sistemas de acción: un sistema bilateral especializado en acciones que dependen de la estructura del estímulo (tamaño, forma y orientación), relacionados al sistema dorso-dorsal. Y un sistema lateralizado izquierdo enfocado a la habilidad y funcionalidad del objeto-relacionado con la acción, mediados por la vía ventro-dorsal (Binkofski & Buxbaum 2013). Estas vías se ilustran en la figura 17.

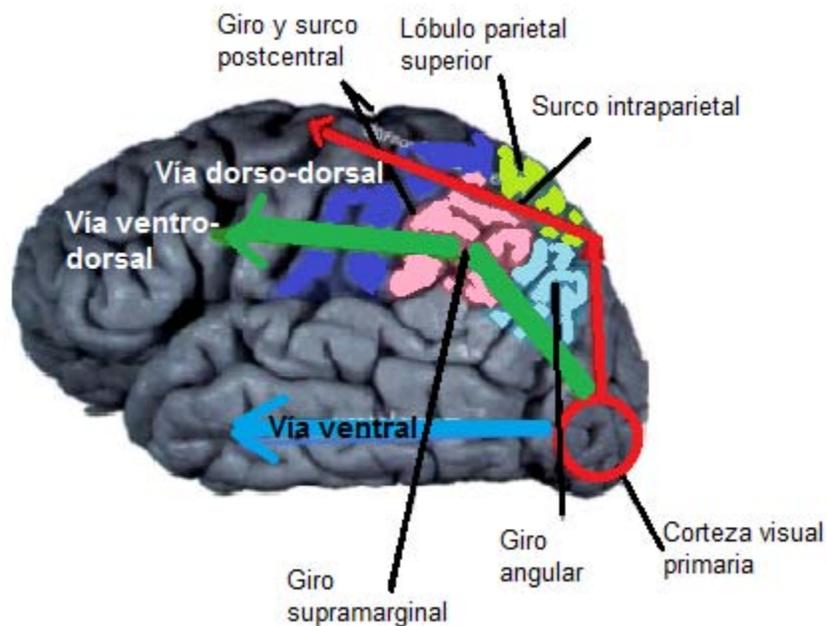


Figura 17. Esquema de la localización de la vía dorso-dorsal (Rojo) y ventro-dorsal (verde) y vía ventral (azul) (Binkofsky y Fink 2005).

## 5.2 Lesiones en vía ventral, agnosias visuales

Las lesiones corticales en las vías visuales presentarán características específicas dependiendo la ubicación del daño. Las lesiones en la vía ventral dan como consecuencia agnosias visuales, que consisten en dificultades en el reconocimiento visual del objeto u otras categorías relacionadas como personas, objetos o colores, estando suficientemente conservada la agudeza visual (Baars & Gage, 2010; Portellano, 2005).

Dentro de las agnosias visuales se encuentran (Benson, 1989; Ardila & Roselli, 2007; Portellano, 2005; Barton, 2010; Unzueta-Arce, et al., 2012):

- a) Acromatopsia: es el defecto de la percepción de colores por lesiones del sistema nervioso central en ausencia de enfermedad de la retina. El defecto en la percepción del color se puede observar en un hemicampo o en todo el campo visual. La acromatopsia conlleva a una pérdida de la corteza asociativa en la porción occipito-temporal del cerebro, usualmente envuelve al polo occipital. Generalmente este desorden de color es usualmente relacionado con una disfunción en el hemisferio derecho, sin embargo no se ha sustentado del todo.
- b) Agnosia al color o acromatognosia: este término ha sido sugerido para dos tipos de defectos donde el paciente no puede decir el nombre del color cuando se le presenta o señalar el color cuando el nombre se le es dado, sin embargo la visión del color *per se* está intacta, demostrando la habilidad de ordenar en grupo los colores de forma correcta (relación de colores). El problema no es un daño del lenguaje primario, sino un síndrome de alexia occipital comúnmente presentado en la hemianopsia homónima derecha. La lesión envuelve las vías sensoriales izquierdas

(produciendo así un defecto visual en campo visual derecho) y el esplenio del cuerpo calloso o los tractos que forman el esplenio, que atraviesan la materia blanca del hemisferio izquierdo (Geschwind & Fusillo, 1966; citado de Benson 1989). Mientras el color es percibido de forma correcta en el hemisferio derecho, esta información no puede ser transmitida al hemisferio izquierdo para la interpretación lingüística (nominación).

- c) Anomia al color: esta categoría es frecuentemente confundida con agnosia al color, ambos son un defecto de nominación de color (Damasio, 1985; citado de Benson 1989). Sin embargo existen diferencias; ya que en esta patología los pacientes fallarán en nombrar los colores pero señalarán de manera correcta el color cuando el nombre se les proporcione, al contrario de la agnosia al color. La anomia al color está casi siempre asociada con algún tipo de afasia posterior.
- d) Agnosia visual aperceptiva: postulado por Lissaeuer (1889) como un fallo en el reconocimiento debido a una distorsión de estímulos a nivel sensorio-perceptual. Individuos con agnosia visual perceptiva no pueden copiar, nombrar o reconocer objetos visualmente pero los pueden identificar de forma táctil o auditivamente. Así mismo no pueden realizar tareas constructivas, copiar dibujos o identificar rostros. Sin embargo identifican correctamente el color, intensidad de luz, dirección y dimensión del estímulo visual (Benson & Greenberg, 1969; citado de Benson 1989). La etiología generalmente es por hipoxia, edema cerebral o daño metabólico. Muchos investigadores insisten que la agnosia visual perceptiva no es una agnosia real, sino un desorden de la vía de representación sensorial.
- e) Agnosia a las formas: poseen problemas para ver figuras o formas geométricas, debido a un problema en la representación en las propiedades básicas como

curvatura, superficie y volumen. Algunos autores proponen que este déficit se podría deber a una alteración del proceso perceptivo cortical no puramente agnóstico, por lo que sería más adecuado utilizar el término de “pseudoagnosia a las formas”.

- f) Agnosia visual de integración general: los pacientes pueden percibir formas elementales pero no las pueden integrar como un todo perceptual. Los pacientes realizan interpretaciones de lo que perciben sin poder reconocer el estímulo. Esto es consecuencia de un infarto en la corteza occipital o por atrofia cortical posterior.
- g) Agnosia de transformación: se caracteriza por una incapacidad para mantener una adecuada constancia del objeto, motivo que dificultaría asociar dos imágenes de un mismo estímulo desde diferentes planos de presentación visual.
- h) Alexia agnóstica: es conocida como alexia óptica, alexia pura o alexia occipital; esta es una agnosia visual para las palabras. El paciente puede reconocer letras pero no leer palabras, conservando la escritura espontánea, al igual que su capacidad de escribir al dictado. La alexia sin agrafia se asocia con hemianopsia, defectos en el reconocimiento de los colores (acromatognosia) y simultagnosia. Este déficit es asociado a una lesión en el lóbulo occipital izquierdo, en particular la circunvolución lingual y el esplenio del cuerpo caloso.
- i) Prosopagnosia: es una forma de agnosia visual específica para rostros familiares, donde el paciente debe recurrir a aspectos como la voz o la vestimenta, para identificar a alguien. Es un déficit selectivo de la identidad del rostro, aunque se puede conservar (no siempre) la capacidad de interpretar otros tipos de información

facial, como la expresión emocional, la edad y el sexo. Existen diferentes variantes de prosopagnosia:

- i. Dificultad para el reconocimiento de caras conocidas
- ii. Incapacidad para reconocer el propio rostro ante el espejo, siendo esta de mayor gravedad.
- iii. Azoognosia, consistente en la incapacidad para reconocer animales de compañía, o distinguir los de una misma especie entre sí.
- iv. Dificultad para reconocer una determinada categoría de objetos, marcas comerciales o logotipos previamente conocidos.

La prosopagnosia causada por lesión del hemisférico derecho es más grave que la del lado izquierdo, aunque la gravedad será mayor cuando sea una lesión bihemisférica. Un daño occipital derecho impide la percepción de las caras, mientras que la lesión temporal derecha, impedirá su memorización. La lesión de áreas posteriores del hemisferio izquierdo imposibilitará atribuir un significado semántico a las caras conocidas.

### *5.3 Lesiones en las vías dorsales, agnosias espaciales*

Estas agnosias como su nombre lo indica envuelve dificultades espaciales, es la incapacidad perceptual para reconocer e integrar la información espacial sin que exista una alteración sensorial primaria. Incluye alteraciones en el reconocimiento de la orientación de líneas, defectos en la percepción de profundidad, alteraciones en el manejo espacial y fallas en la memoria espacial. Lesiones parietales y parieto-occipitales derechas dan como resultado este tipo de agnosias (Ardila & Roselli, 2007; Baars & Gage, 2010).

Dentro de las agnosias espaciales se encuentran las siguientes:

a) Síndrome de Balint: se caracteriza por una deficiencia en la atención espacial, es un trastorno de los movimientos oculares voluntarios constituido por tres elementos:

- i. Apraxia de la mirada o apraxia oculomotora: es la incapacidad de realizar movimientos oculares voluntarios para mantener los ojos fijos en un estímulo. Los movimientos oculares se realizan al azar, sin que haya una búsqueda determinada.
- ii. Ataxia óptica: es la incapacidad de tomar un objeto, el cual no se debe a un defecto motor o sensorial en las extremidades. La mano llega en forma imprecisa al objeto, ya que existen problemas para calcular la distancia.
- iii. Defectos en la atención visual: es la incapacidad de prestar atención a estímulos novedosos porque la mirada se fija en otro estímulo; por lo que impide ver simultáneamente varios estímulos en el mismo campo visual, independiente de su tamaño y de la distancia que los separe.

b) Trastornos de la percepción espacial

- i. Localización de estímulos: es la incapacidad de localizar estímulos, el paciente no puede determinar diferencias y semejanzas de posición de estímulos presentados. Se asocia con lesiones del hemisferio derecho del lóbulo parietal.
- ii. Percepción de profundidad: es la incapacidad de estimar distancia y alcanzar con la mano objetos presentado en el campo visual (ataxia óptica). Los

pacientes corren el riesgo de ser considerados ciegos, debido a que no pueden determinar las distancias entre ellos y los objetos. Este déficit se relaciona a lesiones parieto-occipital bilaterales.

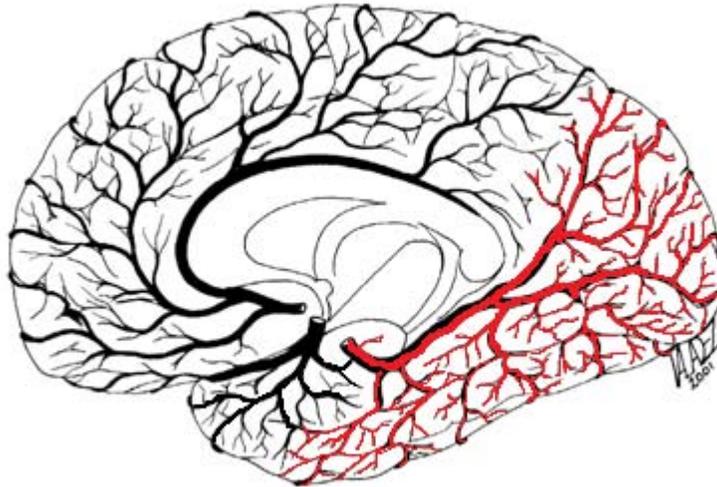
- iii. Orientación de líneas: la orientación visoespacial de líneas muestran una preferencia del hemisferio derecho para esta habilidad, y sugiere la participación del lóbulo parietal, que desempeña una función integradora visual, y del lóbulo frontal que realiza una integración postural.
- c) Trastornos en la manipulación espacial o apraxia: es un defecto de integración, transformación y uso de la información espacial que no pueden ser atribuidos a fallas perceptuales ni de memoria, por lo general se asocia este tipo de trastornos a lesiones del hemisferio derecho (Ardila & Roselli, 2007; Benson, 1989).
- i. Agnosia espacial unilateral o negligencia espacial unilateral: se refiere a la falta de respuesta ante estímulos presentados en el campo visual contralateral a una lesión, sin que haya una dificultad motora o sensorial primaria que la justifique. Este tipo de agnosia es parte de un síndrome conocido como de hemi-inatención; quienes lo presentan son incapaces de dirigir la atención hacia el lado contralateral a la lesión cerebral, defecto que se puede observar tanto en la percepción de estímulos del medio como en la percepción de su esquema corporal.
  - ii. Pérdida de conceptos topográficos: es la incapacidad de comprender, manipular y emplear marcas geográficas externas, asociadas con determinada posición espacial. Estas alteraciones se relacionan con lesiones

en la unión parieto-temporo-occipital de ambos hemisferios, en la región posterior derecha de la circunvolución parahipocámpica, la cual es clave para adquirir información de marcas topográficas (edificios, paisajes, etc.). Esta región con la circunvolución lingual y la fusiforme desempeñan un papel importante en la identificación de marcas topográficas.

- iii. Amnesia topográfica: se caracteriza por reconocer las señales topográficas, pero se olvida su ubicación espacial, es decir, un sujeto puede identificar las casas y calles de su vecindario, pero ha olvidado en qué dirección se encuentra su casa; ignora su ubicación espacial específica. Esto es difícil diferenciar entre amnesia y agnosia topográfica, pues ambas se manifiestan como desorientación espacial. Hasta la fecha no se ha identificado con exactitud la región anatómica correspondiente a la amnesia topográfica, debido a que existe una superposición con las regiones de la agnosia topográfica.

## **6. Lesiones en la arteria cerebral posterior. Infarto y malformación arteriovenosa**

La circulación posterior se origina en el par de arterias vertebrales y de la arteria basilar, la cual suministra al tálamo, lóbulo occipital, mesencéfalo, cerebelo y el tronco cerebral. Las terminaciones de la arteria basilar se encuentran en la cisterna mesencefálica, con las ramas perforantes provenientes del diencéfalo, y la bifurcación de las arterias cerebrales posteriores (ACP). Las ACP se combinan con las arterias comunicantes posteriores (ACoP), las cuales continúan su camino hasta la corteza occipital y temporal (Lekic & Chizobam, 2012). La figura 18 ilustra los territorios corticales que ocupa la ACP.



*Figura 18.* Territorios ocupados por la arteria cerebral posterior (ACP) (Valadéz-Rodríguez, 2006).

### Infarto cerebral

Un ictus o infarto cerebral es caracterizado por una aparición rápida de signos focales neurológicos con duración mayor a 24 horas o que conducen a la muerte. Esta definición incluye un desde el infarto hasta la hemorragia cerebral (Markus, 2012).

El infarto hemorrágico es aquel que resulta de una interrupción de la integridad de los vasos sanguíneos; por malformaciones vasculares, traumas y neoplasmas (Rare & Kahn, 2012).

El infarto isquémico posee un porcentaje de ocurrencia del 80%, causada por trombos atriales, estenosis carótida o factores genéticos, debido a padecimientos como la enfermedad de grandes vasos, pequeños vasos y embolia cardiaca (Markus, 2012).

En México la principal causa del infarto cerebral es la arteroesclerosis, asociada a hipertensión, diabetes, obesidad, aumento de colesterol, triglicéridos y tabaquismo; donde

la mayor incidencia son las personas menores de 50 años (Infartos cerebrales por sobrepeso y obesidad, 2013).

### Malformación arteriovenosa

Las malformaciones vasculares cerebrales o arteriovenosas (MAV) son errores congénitos en la morfogénesis vascular originados por disfunciones en el proceso embrionario de maduración capilar, que resultan en la malformación de canales arteriales, venosos o capilares con o sin la presencia de comunicaciones arteriovenosas directas. De manera general estas lesiones constituyen un problema de salud, pues representan entre el 1% y el 8% de las causas de las enfermedades cerebrovasculares, con una incidencia general promedio de 1 caso nuevo por cada 100 000 habitantes cada año, un riesgo de hemorragia anual del 2 al 4%, una edad de aparición más temprana y un índice de incapacidad por hemorragia próximo al 50% (Fernández-Melo, y otros, 2002).

Las formas de presentación más comunes de las MAV son: la hemorragia intracraneal en un 50%, las convulsiones en un 30%, el déficit neurológico y la cefalea, ambos con un 10%; estas pueden aparecer de forma independiente, aunque por lo general se presentan de manera combinada (Fernández-Melo R., y otros, 2002; Fernández-Melo R., y otros, 2003).

Estas dos etiologías de daño cerebral la ACP representa el 25% de lesiones cerebrales, donde en un 84% de los casos presentará pérdida visual o problemas en la percepción visual, dentro de las que se encuentra la hemianopsia homónima, eje central de esta investigación.

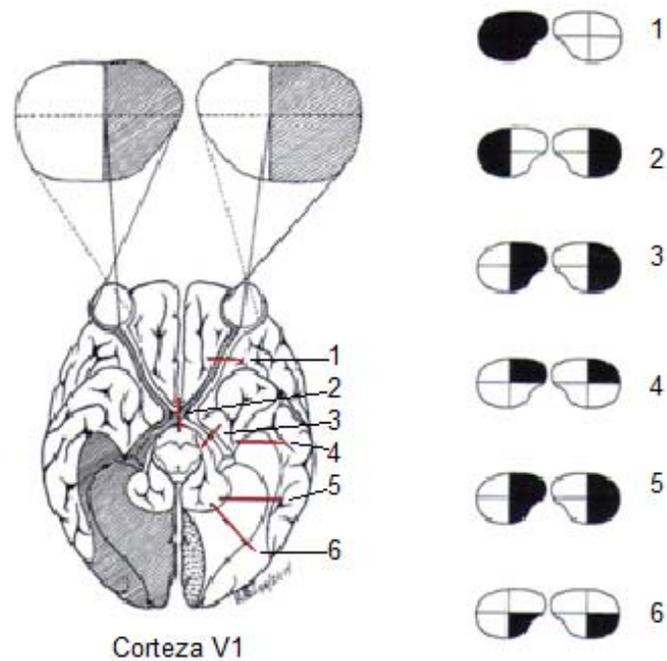
### 6.1 Hemianopsia homónima, problema de percepción visual

Dentro de los pacientes con enfermedades neurológicas existe una prevalencia del 20% al 40% de presentar alguna afectación en la percepción visual; por lo que esta investigación se ubicó hacia el estudio de estos problemas, enfocándose en la hemianopsia homónima. La hemianopsia (proviene del tres vocablos del latín, *hemi*-mitad, *a*-sin y *ópsis*-visión) es la pérdida de la visión de una mitad del campo visual, es la ceguera en la mitad del campo visual de uno o ambos ojos (Rocio-García, 1998; Grunda, Marsalek, & Sykorova, 2013).

Existen distintos tipos de hemianopsia según la lesión presentada, estas se ilustran en la figura 19 (Olvera-Trejo, 2001; Rocio-García, 1998):

1. Hemianopsia unilateral: puede ser nasal o temporal en un solo ojo, como consecuencia de la lesión parcial del nervio óptico del mismo lado. Este tipo de lesión no es común, puesto que es poco probable la lesión parcial del nervio, afectando solamente la mitad de las fibras.
2. Hemianopsia homónima (HH): esta lesión puede ser derecha o izquierda, consistiendo en la pérdida de la visión de las mitades homólogas (derechas o izquierdas) de ambos campos visuales, como consecuencia de la afectación de las fibras nasales de un ojo y de las temporales del ojo contralateral. Debido a la forma de separación de las fibras de las vías ópticas, la HH de un lado será causada por lesión retroquiasmática del tracto, del tálamo (NGL), de las fibras geniculocalcarinas o de la corteza visual primaria.
3. Hemianopsias heterónimas:

- I. Hemianopsia binasal: es un tipo raro de hemianopsia, caracterizada por la pérdida de la visión de ambos campos nasales, por lesión de la totalidad de las fibras bilaterales temporales.
- II. Hemianopsia bitemporal: es la pérdida de la visión de los campos nasales en ambos ojos por afectación de las fibras nasales, a nivel del quiasma óptico.



*Figura 19.* Esquema que representa las principales afectaciones de las vías geniculocalcarinas en las diferentes partes de su tracto marcado con líneas rojas y a la derecha se muestra la deficiencia del campo visual. 1= Amaurosis; 2= Hemianopsia temporal; 3= Hemianopsia homónima derecha (sin manifestación de problemas perceptuales cognitivos); 4= Cuadrantanopsia homónima superior derecha; 5= Hemianopsia homónima superior derecha (con manifestación de problemas perceptuales cognitivos); 6= Cuadrantanopsia homónima superior derecha (con manifestación de problemas perceptuales cognitivos) (Valadéz-Rodríguez & Granados-Domínguez, 2014).

La HH puede ser congénita, pero en general se adquiere debido a un infarto, lesión cerebral traumática, tumores, infecciones o por cirugía. La patogénesis de la HH incluye mayoritariamente infartos cerebrales en el 70% de los casos, la ubicación del infarto puede variar, siendo el más común el que se presenta en el lóbulo occipital (Grunda, Marsalek, & Sykorova, 2013):

- a. Lóbulo occipital en el 40% de los casos
- b. Lóbulo parietal en el 30% de los casos
- c. Lóbulo temporal en 25% de los casos
- d. Tractos ópticos y NGL 5% de los casos
- e. El 7% de de los casos de infarto cerebral occipital se afectan ambos hemisferios, provocando una ceguera cortical.

De acuerdo a Kerkhoff (1999, citado de Grunda, Marsalek, & Sykorova, 2013) los problemas de conducta visual importantes que presentan estos pacientes son:

- a) Movimientos oculares no coordinados (incluyendo movimientos sacádicos), que provocan una exploración y búsqueda espacial ineficiente; así mismo imposibilita la capacidad de caminar sin tropezarse o chocar entre obstáculos (carros, personas, etc.). De la misma forma causa déficit cognitivos en la extracción de la información de la escena visual.
- b) Déficit en la lectura (Alexia hemianóptica), debido a una pérdida de campo parafoveal, que causa una reducción de la “ventana perceptual” para la lectura. Esta es un área central del campo visual, donde las letras son reconocidas mediante una sola fijación de los ojos. Lo cual corresponde a 13 caracteres del lado derecho y 6 del lado izquierdo (lectura de derecha a izquierda). Las letras izquierdas de una palabra contienen una mayor información para identificarla; por otro lado, las letras derechas son utilizadas para guiar los ojos. Por lo que los pacientes con defectos visuales del lado izquierdo tienden a presentar mayores errores en la lectura,

mientras que los pacientes con defectos visuales del lado derecho muestran un decremento significativo en la velocidad lectora. La alexia hemianóptica incluyen desórdenes de atención y de procesamiento visual.

c) Muestran una línea media desviada.

En un estudio de Machner y colaboradores (2009) no solamente se observaron las características antes mencionadas por Kerkhoff (1999), fueron más allá al estudiar el patrón de movimientos sacádicos en pacientes HH, pacientes simulando tener HH y participantes control. Este estudio demostró que en realización de tareas de búsqueda de estímulos simples como color y forma geométrica, los pacientes con HH realizan una “re-fijación” ocular para verificar que la búsqueda sea correcta, provocando que inviertan una mayor cantidad de tiempo. Este estudio propone que esta “re-fijación” resulte en una memoria de trabajo espacial deficiente, ya que el patrón de planeación de búsqueda sacádico es caótico debido a múltiples patrones de “re-fijación”. Estos patrones de “re-fijación” se presentan en la figura 20.

Así mismo Sprenger y colaboradores (2002, citado en Machner y cols. 2009) mostraron que estos patrones de “re-fijación” se encuentran en pacientes con una mala organización espacial y mal escaneo de integración visual debido a un daño en la parte posterior del tálamo o en área parietooccipitales, causando una negligencia espacial y complicaciones en la exploración visual.

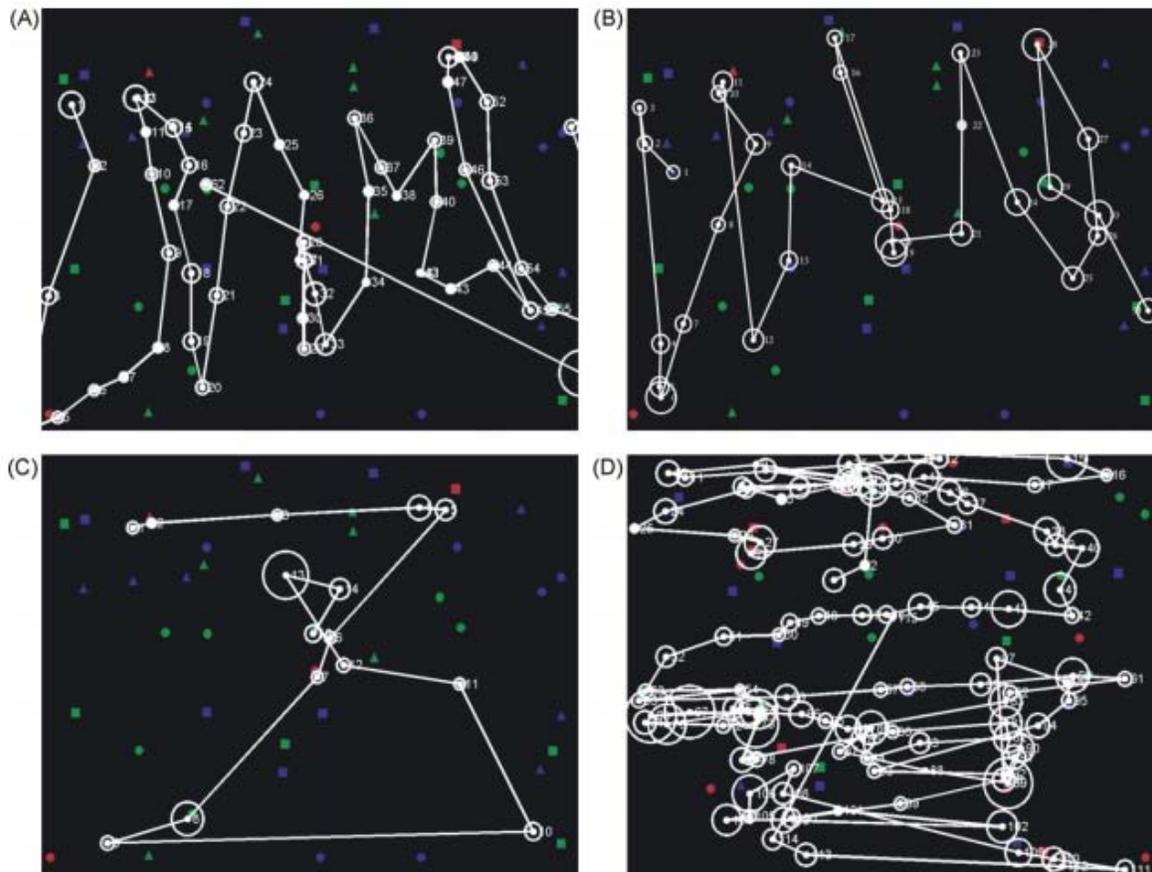


Figura 20. Escaneo visual en figuras de color (a-c) y de forma (d). (a) Paciente con 72 años con HH derecha; (b) paciente saludable 67 de años con HH virtual derecha. (c) Sujeto control de 52 años. Mientras que pacientes con HH (a) y paciente con HH virtual (b) muestran estrategias similares de búsqueda en sentido columnar (d) Paciente de 70 años con HH izquierda, muestra mayor re-fijación de ítems y de estímulos (Machner, 2009).

## 6.2 Percepción de color y forma geométrica en la hemianopsia homónima

La HH post-geniculada conlleva a que la entrada o análisis de la información visual sea modificada, presentando diversos síndromes neuropsicológicos, dentro de los que se argumentan diferentes hipótesis (Olvera-Trejo, 2001):

- a) Hipótesis de la llegada incompleta de la información: sostiene que ante la lesión de las vías de conducción de impulsos nerviosos visuales, las zonas cortico-subcorticales, se ven afectadas debido a que procesa información

deficiente, ocasionando alteraciones en los sistemas de asociación y de análisis.

- b) Hipótesis de la extensión de la lesión cerebral: en toda lesión que ocasiona HH, la extensión de la lesión abarcará zonas que se puedan relacionar directa o indirectamente con el evento.
- c) Hipótesis integradora de la extensión de la lesión con incapacidad en la integración y asociación de los estímulos: esta hipótesis considera la extensión de la lesión como la dificultad en la integración de los estímulos visuales como base en la generación de las agnosias, las cuales son producto de la HH.

Dentro de la sintomatología neuropsicológica de la HH se presentan las agnosias visuales, alexia sin agrafía y heminegligencia. El principal objetivo de esta investigación es el de describir la percepción visual de estímulos básicos como el color y forma geométrica en pacientes con HH. En la literatura descrita a este tema no existe mucha investigación respecto a la percepción de estos estímulos básicos, sino se centran más en el estudio de patologías como la prosopagnosia; sin embargo las pocas investigaciones que se han realizado de la percepción del color y forma geométrica en pacientes con HH han sido muy interesantes y han servido de base para la realización de este estudio.

Bogousslavsky y colaboradores (1987) y Albert y colaboradores (1975) mencionan que algunos pacientes con HH presentaron acromatopsia, anomia al color o imaginería al color, en algún hemisferio visual. Esta sintomatología fue localizada en la parte inferior y medial del lóbulo occipital contralateral, la corteza

calcarina y las radiaciones ópticas debieron de haber estado intactas para que la visión estuviera preservada. Del mismo modo se encontró con un paciente que poseía una destrucción del giro lingual de forma bilateral, así como el giro fusiforme en su tercera mitad del lado izquierdo; provocando un déficit severo en el reconocimiento y nominación del color, así como el parear nombre con color.

Estudios de Alexander y Cowey (2010) observaron que sus pacientes con HH tenían presentaban dificultades para discriminar los tonos opuestos de los colores cuando se presentaban al mismo tiempo. Los pacientes usualmente podían discriminar la diferencia entre el rojo y verde; sin embargo a veces el paciente no podía detectar esta diferencia, comparado con el participante control. Por otro lado el paciente no era capaz de discriminar el azul del amarillo en el hemicampo visual

En cuanto a la percepción de la de figura geométrica, Weiskerantz en 1986 (citado de Marcel y colaboradores, 1998) mostró que en el campo hemianóptico de su paciente D.B. podía discriminar bastante bien formas como la *X* y *O*, así como su orientación. Sin embargo no distinguía de forma correcta caracteres alfanumérico, intersección de los lados del triángulo y rectángulos de diferentes longitudes (Ferber & Karnath, 2001).

En un estudio de Marcel y colaboradores (1998) se estudiaron a dos pacientes con HH derecha, donde se les presentaron una esfera y un cilindro; al ver estas figuras ellos negaron conocer la figura de estos objetos después de haberlos manipulado; por lo que los investigadores se preguntaron si la mano de estos sujetos

puede apropiadamente “pre-analizar” de diferente manera la forma de los objetos, pudiendo provocar un impedimento para así poder percibir la forma de estos.

Estas investigaciones demuestran que no solamente estos pacientes presentarían movimientos oculares alterados, déficit en la lectura o una línea media desviada, sino que a parte podrían mostrar problemas de percepción de color y forma geométrica, los cuales son características básicas para el reconocimiento del ambiente. Si alguna de estas se altera, estímulos más complejos como los rostros u objetos en tercera dimensión podrían ser percibidos de una forma totalmente diferente.

## **JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los problemas perceptuales visuales son de gran estudio en la psicología, debido a que algún desajuste en esta vía provocará efectos decisivos en la discriminación de elementos visuales, resultando una distorsión en la percepción del mundo físico. Dentro de las patologías donde se describen problemas perceptuales visuales se encuentran las lesiones postgeniculadas, que incluyen a la HH.

Algunos estudios como los de Albert, Reches, & Silverberg (1975), Bogousslavsky y colaboradores (1987), Marcel (1998) y Alexander & Cowey (2010) abordan el estudio de la percepción de estímulos básicos de la visión como lo son las figuras geométricas y el color en personas con HH. Por lo que esta investigación espera contribuir en la descripción de estas propiedades de la percepción visual, siendo estas características fundamentales para el conocimiento del ambiente. Presumiendo que si alguna de estas dos falla la percepción de estímulos más complejos como el reconocimiento de objetos estaría totalmente distorsionada.

Los hallazgos obtenidos permitirán entender la realidad de estos pacientes, así como la compensación funcional que ha hecho su cerebro para poder adaptarse a su nueva realidad.

## MÉTODO

### *Objetivos*

#### I. Objetivo general

Describir las características perceptuales de color y forma geométrica en pacientes con HH con etiología de infarto isquémico o resección de malformación arterio-venosa en la arteria cerebral posterior y compararlas con participantes controles.

#### II. Objetivos específicos

- a. Describir las características perceptuales de color en pacientes con HH y en participantes control, en cuanto a la discriminación de diferentes tonos, distinción de diversos grados de saturación de un mismo tono y de relacionar el color con su tarjeta lexical.
- b. Describir las características perceptuales de la forma geométrica en pacientes con HH y en participantes control, en cuanto a la elección de las figuras con el mayor tamaño, jerarquización de tamaños de las figuras y de relacionar la figura geométrica con su tarjeta lexical.

### *Hipótesis*

Hipótesis de la investigación: Existirán deficiencias perceptuales visuales en el color y forma geométrica en los pacientes con HH, debido a un infarto isquémico o resección de MAV en la arteria cerebral posterior.

Ho (1)= No existirán diferencias perceptuales visuales significativas en el color y la forma geométrica entre participantes con HH y sin HH.

Hi (1)= Existirán diferencias perceptuales visuales significativas en el color y la forma geométrica entre participantes con HH y sin HH.

### ***Definición de variables***

Variable Organísmica:

1. Pacientes con HH por etiología de daño en la arteria cerebral posterior y participantes control.

Variable Dependiente:

1. Tipo de respuesta en tareas visuales en color y forma geométrica en pacientes con HH.

### ***Tipo y diseño de estudio***

Se realizó un estudio transversal, observacional y descriptivo, que midió la prevalencia de la exposición y del efecto en una muestra poblacional en un solo momento temporal; es decir, permitió estimar la magnitud y distribución de la condición en un tiempo específico.

Este estudio fue descriptivo ya que aparte de hacer una recopilación teórica, se aplicaron una serie de pruebas que tenían como objetivo explorar la percepción visual de color y formas geométricas en pacientes con HH y participantes control.

## ***Muestra***

La muestra consistió en 20 adultos, 10 participantes control y 10 participantes con hemianopsia homónima, los cuales fueron pacientes del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez” (INNN).

### Grupo con HH

- Criterios de inclusión:
  - Presentar un diagnóstico de Hemianopsia Homónima por una etiología isquémica o por resección de MAV de la arteria cerebral posterior, realizada por el departamento de Neuroftalmología del INNN.
  - Sexo indistinto.
  - Tener de 20 a 60 años de edad.
  - Conocimiento del código para la lectura.
- Criterios de exclusión:
  - Padecer algún tipo de enfermedad neurológica o psiquiátrica.
  - Padecer multiinfartos.
  - Padecer depresión severa.
  - Padecer alteraciones severas del lenguaje.
  - Uso de drogas o algún fármaco que le produzca somnolencia.

### Grupo control:

Poseer las mismas características sociodemográficas en cuanto a sexo, edad y escolaridad respecto al grupo de pacientes con HH, el cual permitió realizar una comparación entre personas con una condición visual deficiente y personas sanas.

- Criterios de inclusión:
  - Sexo indistinto.
  - Tener de 20 a 60 años de edad.
  - Conocimiento del código para la lectura.
- Criterios de exclusión:
  - Padecer algún tipo de enfermedad neurológica o psiquiátrica.
  - Padecer depresión severa.
  - Uso de drogas o fármacos

### ***Instrumentos***

- Cuestionario de funcionamiento visual (VFQ-25)

Es un cuestionario que tiene como objetivo medir el estado de salud visual para las personas que poseen enfermedades crónicas visuales. Mide la influencia de la discapacidad visual y síntomas visuales en dominios de salud; de bienestar emocional y de funcionamiento social; así como el desempeño visual en tareas de la vida diaria. (Mangione, 2000).

- Inventario de depresión de Beck (BDI)

Es un instrumento de evaluación psicológica de gran utilidad para diagnosticar la existencia de depresión y el grado de depresión (Sanz, Perdigón, & Vázquez, 2003).

- Test de percepción del color
  - Tarjetas de colores

Son una serie de 5 tarjetas de cada tono (rojo, azul, morado, verde, amarillo, negro), cada tono es compuesto por 6 tarjetas con diferente grado de saturación (de mayor grado a menor grado) obteniendo un total de 30 tarjetas. El objetivo de esta prueba es que el participante identifique el color con mayor saturación (rojo, azul, morado, verde, amarillo, negro) y posteriormente lo ordene de acuerdo a los grados de saturación, de menor a mayor grado. Esta prueba podría indicar la existencia de algún tipo de problema perceptual en algún color o grado de saturación específica.

Los colores se obtuvieron de las coordenadas del libro de Küppers (2002), para realizarse posteriormente en el programa Adobe Illustrator ®, las coordenadas fueron basadas en el plano KMCY (negro, magenta, cian y amarillo), produciendo estos colores que se ubican de mayor a menor grado de saturación:

- Escala de azules:
  - Constante de K ó N = 00
  - C99,M00
  - C80, M00
  - C60, M00
  - C40, M00

- C20, M00
  
- Escala de violetas:
  - Constante de K ó N = 00
  - C99, M00
  - C80, M00
  - C60, M00
  - C40, M00
  - C20, M00
  
- Escala de amarillos:
  - Constante de K ó N = 00
  - Y99, C00
  - Y80, C00
  - Y60, C00
  - Y40, C00
  - Y20, C00
  
- Escala de rojos:
  - Constante de K ó N = 00
  - Y99, M90
  - Y90, M80
  - Y80, M70

- Y70, M60
- Y60, M50
  
- Escala de verdes:
  - Constante de K ó N = 00
  - Y99, C99
  - Y99, C80
  - Y99, C60
  - Y99, C40
  - Y99, C20
  
- Escala de negros:
  - Constante de Y, M , C = 00
  - N99
  - N80
  - N60
  - N40
  - N20
  
  - Tarjetas con nombres de colores

Son una serie de 16 tarjetas en total con nombres de diferentes colores. Donde 6 tarjetas representan los nombres de los tonos con mayor saturación:

1. Rojo

2. Amarillo
3. Verde
4. Azul
5. Morado
6. Negro

Del mismo modo se tenían 10 colores extras, los cuales tenía el propósito de confundir al participante, estos colores se encontraban dentro de los estímulos mostrados.

7. Anaranjado
8. Índigo
9. Beige
10. Plateado
11. Lavanda
12. Gris
13. Dorado
14. Café
15. Rosa
16. Marrón

El objetivo de esta prueba es que el participante relacione el tono del color principal sin sus derivados con la tarjeta lexical. Esta prueba podría indicar la existencia de algún tipo de anomia al color.

- Test de percepción de forma geométrica

Son una serie de 5 tarjetas de cada figura (rectángulo, cuadrado, triángulo, círculo, elipse), donde cada una presenta 6 diferentes tamaños obteniendo un total de 30 tarjetas. El objetivo de esta prueba es que el participante identifique la figura más grande (rectángulo, cuadrado, triángulo, círculo, elipse) y posteriormente ordene cada figura en tamaños, de la mayor a la menor o viceversa. Esta prueba podría indicar problemas perceptuales de constancia del objeto o distorsiones.

Las figuras se realizaron en el programa Auto CAD 2010, las medidas fueron las siguientes:

- Cuadrado

Tamaño I= 5.5 cm

Tamaño II= 4.5 cm

Tamaño III= 3.5 cm

Tamaño IV= 2.5cm

Tamaño V= 1.5cm

Tamaño VI= 0.5cm

- Círculo

Tamaño I= 5.5 cm

Tamaño II= 4.5 cm

Tamaño III= 3.5 cm

Tamaño IV= 2.5cm

Tamaño V= 1.5cm

Tamaño V I= 0.5cm

- Rectángulo

Tamaño I= 5.5 cm x 2.5cm

Tamaño II= 4.5 cm x 2cm

Tamaño III= 3.5 cm x 1.5cm

Tamaño IV= 2.5cm x 1 cm

Tamaño V= 1.5cm x 0.7cm

Tamaño V I= 0.7cm x 0.3cm

- Triángulo equilátero

Tamaño I= 5.5 cm

Tamaño II= 4.5 cm

Tamaño III= 3.5 cm

Tamaño IV= 2.5cm

Tamaño V= 1.5cm

Tamaño V I= 0.5cm

- Elipse

Tamaño I= 5.5cm x 2cm

Tamaño II= 4.5cm x 2cm

Tamaño III= 3.5cm x 1.5cm

Tamaño IV= 2.5cm x 1cm

Tamaño V= 2cm x 1cm

Tamaño VI= 1cm x 0.5 cm

- Tarjetas con nombres de figuras geométricas

Son una serie de total de 8 tarjetas con nombres de diferentes figuras geométricas. 5 tarjetas muestran los nombres de las figuras representadas:

1. Cuadrado
2. Rectángulo
3. Círculo
4. Elipse
5. Triángulo

Del mismo modo se tenían 3 nombres de figuras extras, que tenían el objetivo de confundir al participante. Se eligieron nombres de figuras conocidas, sin utilizar los nombres de los poliedros (hexágono, octágono, etc.)

6. Trapecio
8. Trapezoide
9. Rombo

El objetivo de esta prueba es que el participante relacione la figura geométrica con su tarjeta lexical, los errores podrían indicar algún tipo de anomia.

Antes de aplicar esta prueba para la investigación se realizó un piloteo previo con pacientes con HH (n=7; sexo= hombres=2, mujeres=5; edad  $\bar{X} = 44.62$ ) de diversas etiologías (tumor=2, infarto isquémico o hemorrágico =5) y con participantes control sanos (n=8; sexo= hombres=4, mujeres=4; edad  $\bar{X} = 35.66$ ). Los resultados de este piloteo mostraron que las tarjetas de figuras geométricas no necesitaban modificación alguna, debido a la buena ejecución de las tareas por el grupo de participantes control; los errores en las pacientes con HH eran esperados (tarea de elección de figura geométrica con mayor tamaño, porcentaje de aciertos de participantes control= 87.55%, pacientes con HH= 86.66%; tarea de jerarquización de tamaños de figuras geométricas, porcentaje de aciertos de participantes control= 100.00%; pacientes con HH= 40.00%; tarea de relacionar estímulo de figuras geométricas con estímulo escrito, porcentaje de aciertos de participantes control= 97.00%; pacientes con HH= 73.33%). Por otro lado en la tarea de percepción de color, sí se realizaron modificaciones, ya que se tenían mayor número de tonalidades, amarillo, rojo, naranja, morado, negro, azul y verde; por lo que en esta tarea se presentaron confusiones entre las tonalidades de amarillo, rojo y naranja, mermando el desempeño de los participantes control y por consiguiente de los pacientes con HH (tarea de elección de color con mayor grado de saturación, porcentaje de aciertos de participantes control= 80.00%, pacientes con HH= 45.84%; tarea de degradación de color, porcentaje de aciertos de participantes control= 66.66%; pacientes con HH= 54.16%; tarea de relacionar estímulo de color con estímulo escrito, porcentaje de aciertos de participantes control= 76.66%; pacientes con HH= 75.00%). Por lo que únicamente las modificaciones a este piloteo fue eliminar el color naranja

con sus diferentes grados de saturación y modificar los tonos de amarillo y rojo para que fuesen más fáciles de identificar.

- Birmingham Object Recognition Battery (BORB)

Se realizaron las pruebas 2, 3, 4 y 5 del BORB, los cuales evalúan la habilidad de discriminar tamaño, longitud, orientación y ubicación de la posición en el espacio de líneas (Riddoch & Humphreys, 1993).

### ***Procedimiento***

Los pacientes con HH fueron primeramente evaluados por el departamento de neurooftalmología para determinar los candidatos para el estudio. Posteriormente se realizó una entrevista acerca del padecimiento actual y después se aplicaron las pruebas de percepción visual. Todo el procedimiento se llevó a cabo en una sola sesión. Así mismo los participantes control se le realizó la misma entrevista y la prueba perceptual en el mismo orden, excluyendo preguntas del padecimiento acerca de la HH.

1. Entrevista; la entrevista constó de los siguientes rubros:

- Datos sociodemográficos.
- Tiempo del padecimiento y dificultades que ha tenido a partir de la HH
- Tipos de tratamientos que ha tenido a partir de dicho evento.
- Aplicación de test de funcionalidad visual (VFQ-25)
- Aplicación del test de depresión de Beck, para descartar depresión severa y así poder continuar con la evaluación perceptual.

2. Aplicación de pruebas perceptuales

Prueba de percepción del tono con mayor saturación, organización de la saturación del tono de color, relación nombre-color.

- Percepción del color primario con mayor saturación:

En una superficie (mesa o escritorio) totalmente vacía, se colocaron las tarjetas de color (30) mezcladas aleatoriamente. Se le explicó al participante o paciente que hay colores principales con sus colores derivados, por lo que tenía que elegir primeramente los colores principales o de mayor grado de saturación de cada tono que el participante pueda apreciar. Se calificó de forma correcta o incorrecta que tipo de tono se percibió como el “color principal”, así mismo se tomó el tiempo invertido en la tarea.

- Percepción de degradación de color:

Con las tarjetas de colores restantes, el participante o paciente tenía que ordenar los diferentes tonos de acuerdo al grado de saturación del mismo, es decir realizar una jerarquización del tono más fuerte o intenso al más tenue o claro. El patrón de inicio que le sirvieron al participante para realizar la tarea, fueron los colores elegidos de la tarea anterior. Se calificaron de forma correcta o incorrecta los tonos elegidos en la saturación de color, así mismo se tomó el tiempo invertido en la tarea.

- Relación de estímulo de color con el estímulo escrito.

Una vez realizado los ejercicios anteriores, se le colocaron las tarjetas con los nombres de diferentes colores (16) entre los que se encuentran los nombres de los seis colores correspondientes; y se le pidió al participante o paciente que seleccione el nombre de acuerdo a los colores seleccionados al principio de la prueba, es decir los

nombres de los colores principales. Se calificó de forma correcta o incorrecta la relación del color con el estímulo escrito, así mismo se registró el tiempo invertido en realizar la tarea.

*Prueba de percepción del tamaño mayor de figuras geométrica, jerarquización de tamaños y relación nombre-figura.*

- Percepción del tamaño mayor en las figuras (Cuadrado, Rectángulo, Círculo, Triángulo, Elipse):

En una superficie (mesa o escritorio) totalmente vacía, se colocaron las tarjetas de figuras geométricas (30) mezcladas aleatoriamente. Se le explicó al participante o paciente que había 5 figuras principales con seis tamaños diferentes, por lo que tenía que elegir primeramente la figura más grande de cada una. Se calificó de forma correcta o incorrecta que tipo de figura la percibe como la más grande, así mismo se tomó el tiempo invertido en la tarea.

- Percepción de tamaños en figuras geométricas.

Con las tarjetas restantes, se le solicitó al participante o paciente que gradúe el tamaño de las figuras geométricas del más grande al más pequeño, iniciando de la figura seleccionada del ejercicio anterior como la más grande. Se calificó de forma correcta o incorrecta la jerarquización de tamaños realizada de cada figura, así mismo se tomó el tiempo invertido en la tarea.

- Relación de estímulo de figura geométrica con el estímulo escrito.

Una vez realizado los ejercicios anteriores, le colocaron las tarjetas con los nombres de diferentes figuras geométricas (8) entre los que se encuentran los nombres de las cinco figuras correspondientes; y se le solicitó al participante paciente que seleccionara el nombre de acuerdo a las figuras seleccionadas al principio de la prueba. Se calificó de forma correcta o incorrecta la relación del estímulo escrito con la figura geométrica, así mismo se tomó el tiempo invertido en la tarea.

### 3. Prueba BORB

Se aplicaron las tareas 2, 3, 4 y 5, donde el participante o paciente tenía que decir si los estímulos presentados eran iguales o diferentes entre ellos. La tarea 2 consiste en distinguir longitudes entre líneas, la tarea 3 en distinguir tamaños de círculos, la tarea 4 en distinguir orientación de líneas y la tarea 5 en distinguir la ubicación de la posición en el espacio de líneas. Se calificó de forma correcta o incorrecta la decisión, igual o diferente; así mismo se tomó el tiempo invertido en la tarea.

#### *Análisis estadístico*

Los resultados se analizaron en el paquete estadístico SPSS 21 ®. Se obtuvo la estadística descriptiva de las variables sociodemográficas. Se realizó la prueba no paramétrica Chi cuadrada ( $\chi^2$ ) para muestras independientes, utilizando el parámetro de la probabilidad exacta de Fisher (debido a que la muestra es menor a 20), con una consideración de significancia al 0.05 con la finalidad de comparar las frecuencias de respuestas correctas e incorrectas entre los pacientes con HH y participantes control en las tareas de elección del color principal, elección de la figura geométrica de mayor tamaño, en la degradación de color, jerarquización de tamaños, así como en la elección del nombre con

el color correcto y con la figura geométrica correspondiente. Del mismo modo se realizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, con una consideración de significancia al 0.05 con el objetivo de comparar los desempeños entre los pacientes con HH y participantes control en su percepción de calidad de funcionamiento visual, en el porcentaje de respuestas correctas obtenidas en las tareas de la prueba BORB y en el tiempo invertido en la realización de las tareas de color y forma geométrica.

## RESULTADOS

### *Comparación entre el grupo de pacientes con HH y grupo control*

#### Análisis total de la muestra

En el estudio participaron en total 10 hombres y 10 mujeres, con un promedio de edad de 47 años, la mayoría cuenta con una escolaridad de primaria y no presentan estados de depresión grave. Los datos se pueden observar con mayor detalle en la tabla 1.

**Tabla 1.** Análisis descriptivo de la muestra.

Participantes control														
Sexo		Edad		Lateralidad			Escolaridad				Estados de depresión			
H	M	X	D.E.	D	Z	Pri	Sec	Bach	Lic	Nor	Le	Int	Mod	Gra
5	5	47.5	16.35	10	0	3	2	3	2	8	1	1	0	0

Pacientes con HH														
Sexo		Edad		Lateralidad			Escolaridad				Estados de depresión			
H	M	X	D.E.	D	Z	Pri	Sec	Bach	Lic	Nor	Le	Int	Mod	Gra
5	5	46.8	15.37	10	0	3	2	3	2	6	0	0	3	0

H= Hombre; M= Mujer; Med= Media, D.E.= Desviación estándar; D= diestro; Z= Zurdo; Pri= Primaria; Sec= Secundaria; Bach=Bachillerato; Lic=Licenciatura; Nor= Normal; Le= Leve; Int= Intermedio; Mod= Moderado; Gra= Grave

Las características demográficas de los pacientes con HH fueron conformadas por 7 pacientes con una lesión en el hemisferio derecho y 3 con una lesión en el hemisferio izquierdo. En la tabla 2, se observan con mayor detalle las características del grupo.

**Tabla 2.** Descripción de características demográficas del grupo de pacientes con HH

<b>Paciente</b>	<b>Sexo</b>	<b>Edad</b>	<b>Escolaridad</b>	<b>Lateralidad de la HH</b>	<b>Origen de HH</b>	<b>Tiempo de lesión</b>
JH	Mujer	31	Licenciatura	Izquierda	MAV	5 meses
JL	Hombre	47	Secundaria	Izquierda	MAV	6 años
JG	Mujer	43	Bachillerato	Izquierda	Infarto	6 meses
MQ	Mujer	27	Licenciatura	Izquierda	Infarto	2 años
LS	Mujer	27	Licenciatura	Izquierda	Infarto	2 años
EG	Mujer	62	Primaria	Izquierda	Infarto	4 meses
PM	Hombre	60	Primaria	Izquierda	Infarto	4 meses
RS	Hombre	42	Secundaria	Derecha	MAV	2 meses
JM	Hombre	61	Primaria	Derecha	Infarto	6 años
JR	Hombre	68	Primaria	Derecha	Infarto	3 meses

#### Calidad de funcionalidad visual (VSQ-25)

Para analizar la calidad de la funcionalidad visual se realizó una prueba U de Mann-Whitney para comparar las medias entre los pacientes con HH y los participantes control por cada parámetro de salud visual que medía la prueba. Como era de esperarse los pacientes con HH se percibieron con una calidad visual menor ( $\widehat{X} = 54.24\%$ ) que los participantes control ( $\widehat{X} = 91.65\%$ ). En la tabla 3 se observan con mayor análisis la calidad de funcionalidad visual de ambos grupos por cada parámetro, donde únicamente los pacientes con HH y los participantes control no muestran diferencias en la visión del color ( $p = 0.353$ ), la habilidad de manejo ( $p = 0.123$ ) y la percepción de su salud en general ( $p = 0.063$ ).

**Tabla 3.** Calidad de funcionalidad visual entre pacientes con HH y participantes control, mediante la prueba U de Mann-Whitney.

Parámetro	Grupos		<i>p</i>
	Pacientes con HH	Participantes control	
	$\hat{X}$ $\sigma$	$\hat{X}$ $\sigma$	
Salud general	54.00 (17.72)	70.00 (12.13)	0.0631
Visión general	63.00 (11.83)	82.85 (12.30)	0.002*
Dolor ocular	75.00 (30.05)	97.50 (5.27)	0.023*
Actividades de ver de cerca	56.57 (20.68)	93.75 (6.29)	0.000*
Actividades de ver de lejos	57.92 (24.40)	97.00 (3.50)	0.000*
“Visión específica” Funcionamiento social	51.67 (26.00)	98.33 (5.27)	0.000*
“Visión específica” Salud mental	50.00 (25.28)	97.87 (2.77)	0.000*
“Visión específica” Dificultades en los roles	54.38 (21.26)	97.50 (7.91)	0.000*
“Visión específica” Dependencia	58.7 (21.69)	100.00 (0.00)	0.000*
Manejo	12.08 (27.67)	50.83 (43.82)	0.123
Visión de color	77.55 (27.51)	92.50 (12.08)	0.353
Visión periférica	40.00 (17.48)	100.00 (0.00)	0.000*
<b>Porcentaje total</b>	54.24 (5.22)	91.65 (11.71)	

(\*)  $p \leq 0.05$

Percepción del color con mayor saturación, saturación de color, relación nombre-color.

- *Selección de tono con mayor saturación*

Mediante la prueba estadística de Chi Cuadrada se encontró una diferencia significativa ( $p = 0.025$ ) en la elección del color del azul, donde los participantes con HH presentaron mayor número de errores que los controles. En la tabla 4 se observan los errores y aciertos en la elección de los colores de ambos grupos.

**Tabla 4.** Elección del color mayor grado de saturación los grupos de participantes control y pacientes con HH, mediante el uso de Chi-cuadrada.

Color	Respuestas	Pacientes con HH	Participantes control	Porcentaje total de respuestas (%)	Prueba de Chi-cuadrada $p$
Rojo	Correctas	8	9	85.00	0.531
	Incorrectas	2	1	15.00	
Amarillo	Correctas	9	10	95.00	0.305
	Incorrectas	1	0	5.00	
Azul	Correctas	6	10	80.00	0.025*
	Incorrectas	4	0	20.00	
Verde	Correctas	6	9	75.00	0.121
	Incorrectas	4	1	25.00	
Morado	Correctas	7	9	80.00	0.264
	Incorrectas	3	1	20.00	
Negro	Correctas	6	7	65.00	0.639
	Incorrectas	4	3	35.00	

(\*)  $p \leq 0.05$

- *Tiempo de ejecución en la tarea de elección del color con mayor saturación*

Mediante el análisis estadístico con la prueba U de Mann-Whitney se obtuvo una diferencia significativa en el tiempo de ejecución de la tarea entre los participantes y pacientes. Los pacientes con HH realizaron la tarea en el doble de tiempo que los participantes control, sin embargo el grupo control presentó mayores diferencias entre sí mismo. En la tabla 5 se observa la latencia en esta tarea.

**Tabla 5.** Comparación entre los grupos de participantes control y pacientes con HH en el tiempo de realización de la elección del color principal, mediante la prueba U de Mann-Whitney.

	<b>Pacientes con HH</b>	<b>Participantes control</b>	
	$\hat{X}$	$\hat{X}$	$p$
	$\sigma$	$\sigma$	
Tiempo promedio (segundos)	44.40	26.50	0.015*
	(16.20)	(22.13)	

$\hat{X}$  = media;  $\sigma$  = Desviación Estándar; (\*)  $p \leq 0.05$

- *Percepción de degradación de color*

En el análisis estadístico con Chi cuadrada no se encontraron diferencias significativas en la tarea de ordenar los tonos mediante grados de saturación entre los grupos. En la tabla 6 se observa con mayor detalle el comportamiento de los participantes en la organización de los colores según su saturación de color.

**Tabla 6.** Elección de degradación de color entre los grupos de participantes control y pacientes con HH, mediante el uso de Chi-cuadrada.

<b>Color</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Pacientes con HH</b>	<b>Participantes control</b>	<b>Porcentaje total de respuestas (%)</b>	<b>Prueba de Chi-cuadrada <i>p</i></b>
Rojo	Correctas	8	10	90.0	0.136
	Incorrectas	2	1	10.0	
Amarillo	Correctas	5	6	55.00	0.653
	Incorrectas	5	4	45.00	
Verde	Correctas	6	9	75.00	0.121
	Incorrectas	4	1	25.00	
Azul	Correctas	9	10	95.00	0.305
	Incorrectas	1	0	5.00	
Morado	Correctas	6	8	70.00	0.329
	Incorrectas	4	2	30.00	
Negro	Correctas	7	8	75.00	0.606
	Incorrectas	3	2	25.00	

(\*)  $p \leq 0.05$

- *Tiempo de ejecución en la tarea de degradación de color*

Mediante el análisis estadístico con la prueba U de Mann-Whitney se obtuvieron diferencias significativas en el tiempo de ejecución de la tarea entre los grupos ( $p = 0.009$ ), siendo los pacientes con HH el que invirtió más tiempo para ordenar los colores de acuerdo a su grado de saturación. Esta diferencia entre ambos grupos sugiere que para realizar una tarea perceptual compleja, como es la búsqueda y la comparación de tonos de color, los

pacientes con HH requirieron un mayor tiempo para su realización. En la tabla 7 se puede observar el comportamiento de las medias de tiempo de cada grupo.

**Tabla 7.** Comparación entre los grupos de participantes control y pacientes con HH en el tiempo de realización de la degradación de color, mediante la prueba U de Mann-Whitney.

	<b>Pacientes con HH</b>	<b>Participantes control</b>	
	$\hat{X}$	$\hat{X}$	$p$
	$\sigma$	$\sigma$	
Tiempo promedio (segundos)	197.00 (119.23)	97.00 (28.56)	.009*

$\hat{X}$  = media;  $\sigma$  = Desviación Estándar; (\*)  $p \leq 0.05$

- *Relación de estímulo de color con el estímulo escrito.*

Mediante la prueba Chi cuadrada no se encontraron diferencias significativas en algún color al relacionar el nombre con el color correcto entre los participantes control y pacientes con HH. Es decir que ambos grupos no presentaron diferencias significativas en esta tarea, como se puede consultar en la tabla 8.

**Tabla 8.** Relación del color con el estímulo escrito entre los grupos de participantes control y pacientes con HH, mediante el uso de Chi-cuadrada.

<b>Color</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Pacientes con HH</b>	<b>Participantes control</b>	<b>Porcentaje total de respuestas (%)</b>	<b>Prueba de Chi-cuadrada <math>p</math></b>
Rojo	Correctas	3	5	40.00	0.361
	Incorrectas	7	5	60.00	
	Correctas	9	10	95.00	

Amarillo	Incorrectas	1	0	5.00	0.210
	Correctas	9	10	95.00	
Verde	Incorrectas	1	0	5.00	0.127
	Correctas	10	10	100.00	
Azul	Incorrectas	0	0	0.00	1.00
	Correctas	9	9	90.00	
Morado	Incorrectas	1	1	10.00	1.00
	Correctas	7	9	80.00	
Negro	Incorrectas	3	1	20.00	0.264

(\*)  $p \leq 0.05$

- *Tiempo de ejecución en la tarea de relación de color con el estímulo escrito*

Mediante el análisis estadístico con la prueba U de Mann-Whitney se obtuvieron diferencias significativas en el tiempo de ejecución entre los grupos ( $p = 0.019$ ). Esto significa que la tarea de relacionar el nombre y el tono del color es una tarea compleja, donde se necesita realizar una búsqueda de la ubicación de las tarjetas con el nombre del color, buscar la etiqueta lexical mediante recursos mnemónicos y compararla con el estímulo visual presentado. Siendo este un proceso largo podría explicar la latencia en los pacientes con HH, el cual es 3 veces mayor a los participantes control. En la tabla 9 se puede observar el comportamiento de las medias de tiempo de cada grupo.

**Tabla 9.** Comparación entre los grupos de participantes control y pacientes con HH en el tiempo de realización de la relación de estímulo escrito con el estímulo visual, mediante la prueba U de Mann-Whitney.

	<b>Pacientes con HH</b>	<b>Participantes control</b>	
	$\hat{X}$	$\hat{X}$	$p$
	$\sigma$	$\sigma$	
Tiempo promedio (segundos)	90.300 (65.48)	33.70 (10.75)	.019*

$\hat{X}$  = media;  $\sigma$  = Desviación Estándar; (\*)  $p \leq 0.05$

Análisis de pruebas de percepción del tamaño mayor de figuras geométrica, jerarquización de tamaños y relación nombre-figura

- *Percepción del tamaño mayor en las figuras (Cuadrado, Rectángulo, Círculo, Triángulo, Elipse)*

El análisis con Chi Cuadrada no muestra diferencias significativas entre los grupos, ya que ambos grupos diferenciaron de forma correcta los estímulos de mayor tamaño. Este análisis se observa en la tabla 10

**Tabla 10.** Elección figuras con mayor tamaño entre los grupos de participantes control y pacientes con HH, mediante el uso de Chi-cuadrada.

<b>Figura</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Pacientes con HH</b>	<b>Participantes control</b>	<b>Porcentaje total de respuestas (%)</b>	<b>Prueba de Chi-cuadrada</b>
					$p$
Triángulo	Correctas	10	10	100.00	1.00
	Incorrectas	0	0	0.00	

Cuadrado	Correctas	9	10	95.00	0.305
	Incorrectas	1	0	5.00	
Rectángulo	Correctas	10	10	100.00	1.00
	Incorrectas	0	0	0.00	
Círculo	Correctas	9	10	95.00	0.305
	Incorrectas	1	0	5.00	
Elipse	Correctas	10	10	100.00	1.00
	Incorrectas	0	0	0.00	

(\*)  $p \leq 0.05$

- *Tiempo de ejecución en la tarea de elección de figuras geométricas de mayor tamaño*

La prueba U de Mann-Whitney no mostró diferencias significativas en el tiempo de ejecución de la tarea entre los grupos. En la tabla 11 se observa el comportamiento de las medias de tiempo de cada grupo.

**Tabla 11.** Comparación entre los grupos de participantes control y pacientes con HH en el tiempo de realización de la elección de figuras geométricas de mayor tamaño, mediante la prueba U de Mann-Whitney.

	Pacientes con HH	Participantes control	
	$\hat{X}$	$\hat{X}$	$p$
	$\sigma$	$\sigma$	
Tiempo promedio (segundos)	50.40	29.00	.075
	(31.15)	(9.53)	

$\hat{X}$  = media;  $\sigma$  = Desviación Estándar; (\*)  $p \leq 0.05$

- *Percepción de tamaños en figuras geométricas*

Mediante la prueba Chi Cuadrada se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la percepción del tamaño de las figuras geométricas en la percepción de tamaño del triángulo ( $p = 0.003$ ) y elipse ( $p = 0.025$ ) (cuadrado  $p = 1.00$ , rectángulo  $p = 0.060$ , círculo  $p = 0.305$ ). Estos resultados se observan en la tabla 12.

**Tabla 12.** Jerarquización de figuras geométricas entre los grupos de participantes control y pacientes con HH, mediante el uso de Chi-cuadrada.

<b>Figura</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Pacientes con HH</b>	<b>Participantes control</b>	<b>Porcentaje total de respuestas (%)</b>	<b>Prueba de Chi-cuadrada <math>p</math></b>
Triángulo	Correctas	4	10	70.00	0.003*
	Incorrectas	6	0	30.00	
Cuadrado	Correctas	10	10	100.00	1.00
	Incorrectas	0	0	0.00	
Rectángulo	Correctas	7	10	85.00	0.060
	Incorrectas	3	0	15.00	
Círculo	Correctas	9	10	95.00	0.305
	Incorrectas	1	0	5.00	
Elipse	Correctas	6	10	80.00	0.025*
	Incorrectas	4	0	20.00	

(\*)  $p \leq 0.05$

Asimismo, se realizó otro análisis con la misma prueba estadística para identificar el tamaño de la figura con mayor dificultad; encontrando al triángulo número 2 (de 6 tamaños) como el de mayor dificultad (triángulo 1  $p = 0.060$ , triángulo 2  $p = 0.025$ ,

triángulo 3  $p = 0.060$ , triángulo 4  $p = 0.060$ , triángulo 5  $p = 1.000$ , triángulo 6  $p = 0.136$ ). En la elipse no existió algún tamaño específico donde se encontrara una falla perceptual. Estos resultados se corroboran en la tabla 13 para la figura del triángulo y la tabla 14 para la elipse.

**Tabla 13.** Jerarquización de tamaños del triángulo de los grupos de participantes control y pacientes con HH, mediante el uso de Chi-cuadrada.

Triángulo	Respuestas	Pacientes con HH	Participantes control	Porcentaje total de respuestas (%)	Prueba de Chi-cuadrada $p$
Tamaño 1	Correctas	7	10	85.00	0.060
	Incorrectas	3	0	15.00	
Tamaño 2	Correctas	6	10	80.00	0.025*
	Incorrectas	4	0	20.00	
Tamaño 3	Correctas	7	10	85.00	0.060
	Incorrectas	3	0	15.00	
Tamaño 4	Correctas	7	10	85.00	0.060
	Incorrectas	3	0	15.00	
Tamaño 5	Correctas	10	10	100.00	1.000
	Incorrectas	0	0	0.00	
Tamaño 6	Correctas	8	10	90.00	0.136
	Incorrectas	2	0	5.00	

(\*)  $p \leq 0.05$

**Tabla 14.** Jerarquización de tamaños de la elipse de los grupos de participantes control y pacientes con HH, mediante el uso de Chi-cuadrada.

<b>Elipse</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Pacientes con HH</b>	<b>Participantes control</b>	<b>Porcentaje total de respuestas (%)</b>	<b>Prueba de Chi-cuadrada <i>p</i></b>
Tamaño 1	Correctas	10	10	100.00	1.000
	Incorrectas	0	0	0.00	
Tamaño 2	Correctas	10	10	100.00	1.000
	Incorrectas	0	0	0.00	
Tamaño 3	Correctas	9	10	95.00	0.305
	Incorrectas	1	0	5.00	
Tamaño 4	Correctas	10	10	100.00	1.000
	Incorrectas	0	0	0.00	
Tamaño 5	Correctas	10	10	100.00	1.000
	Incorrectas	0	0	0.00	
Tamaño 6	Correctas	7	10	85.00	0.060
	Incorrectas	3	0	15.00	

(\*)  $p \leq 0.05$

En esta tarea se observó que varios participantes realizaban rotaciones de las tarjetas, aunque el orden en los tamaños fuera el correcto, por lo que también se efectuó un análisis estadístico de estas rotaciones, mediante la prueba Chi Cuadrada, dando como resultado una diferencia significativa en el rectángulo ( $p = 0.010$ ) y cuadrado ( $p = 0.025$ ). Estos resultados se observan en la tabla 15.

**Tabla 15.** Rotación de figuras geométricas entre los grupos de participantes control y pacientes con HH, mediante el uso de Chi-cuadrada.

<b>Figura</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Pacientes con HH</b>	<b>Participantes control</b>	<b>Porcentaje total de respuestas (%)</b>	<b>Prueba de Chi-cuadrada <i>p</i></b>
Triángulo	Correctas	8	10	90.00	0.136
	Incorrectas	2	0	10.00	
Cuadrado	Correctas	6	10	80.00	0.025*
	Incorrectas	4	0	20.00	
Rectángulo	Correctas	5	10	75.00	0.010*
	Incorrectas	5	0	25.00	
Círculo	Correctas	7	9	80.00	0.264
	Incorrectas	3	1	20.00	
Elipse	Correctas	9	10	95.00	0.305
	Incorrectas	1	0	5.00	

(\*)  $p \leq 0.05$

Posteriormente se realizó un análisis con la prueba de Chi cuadrada para encontrar el tamaño de mayor rotación de las figuras antes mencionadas, dando como resultado dificultades en el cuadrado 5 ( $p = 0.025$ ) y del rectángulo, el cual no presentó un tamaño de conflicto específico.

Este resultado es interesante ya que a pesar que los pacientes realizaron la tarea correctamente, en cuanto al orden de tamaño, en el cuadrado y rectángulo cometieron rotaciones. Estos resultados se corroboran en la tabla 16 para el cuadrado y 17 para el rectángulo.

**Tabla 16.** Rotación de tamaños del cuadrado de los grupos de participantes control y pacientes con HH, mediante el uso de Chi-cuadrada.

<b>Cuadrado</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Pacientes con HH</b>	<b>Participantes control</b>	<b>Porcentaje total de respuestas (%)</b>	<b>Prueba de Chi-cuadrada <i>p</i></b>
Tamaño 1	Correctas	10	10	100.00	1.000
	Incorrectas	0	0	0.00	
Tamaño 2	Correctas	10	10	100.00	1.000
	Incorrectas	0	0	0.00	
Tamaño 3	Correctas	9	10	85.00	0.305
	Incorrectas	1	0	15.00	
Tamaño 4	Correctas	10	10	100.00	1.000
	Incorrectas	0	0	0.00	
Tamaño 5	Correctas	6	10	80.00	0.025*
	Incorrectas	4	0	10.00	
Tamaño 6	Correctas	9	10	85.00	0.305
	Incorrectas	1	0	15.00	

(\*)  $p \leq 0.05$

**Tabla 17.** Rotación de tamaños del rectángulo de los grupos de participantes control y pacientes con HH, mediante el uso de Chi-cuadrada.

<b>Rectángulo</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Pacientes con HH</b>	<b>Participantes control</b>	<b>Porcentaje total de respuestas (%)</b>	<b>Prueba de Chi-cuadrada <i>p</i></b>
Tamaño 1	Correctas	9	10	85.00	0.305
	Incorrectas	1	0	15.00	
	Correctas	9	10	85.00	

Tamaño 2	Incorrectas	1	0	15.00	0.305
	Correctas	9	10	85.00	
Tamaño 3	Incorrectas	1	0	15.00	0.305
	Correctas	10	10	100.00	
Tamaño 4	Incorrectas	0	0	0.00	1.000
	Correctas	10	10	100.00	
Tamaño 5	Incorrectas	0	0	0.00	1.000
	Correctas	6	10	80.00	
Tamaño 6	Incorrectas	4	0	10.00	0.025*

(\*)  $p \leq 0.05$

- *Tiempo de ejecución en la tarea de percepción de tamaño de figuras geométricas*

Mediante el análisis estadístico de la prueba U de Mann-Whitney se obtuvieron diferencias significativas ( $p = 0.023$ ) en el tiempo de ejecución de la tarea entre los grupos. Se observaron que la diferencia de tiempo promedio entre los grupos es de 73 segundos, es decir, casi el doble de tiempo le lleva al paciente con HH realizar la tarea. En la tabla 18 se podrá observar el comportamiento de las medias de tiempo de cada grupo.

**Tabla 18.** Comparación entre los grupos de participantes control y pacientes con HH en el tiempo de realización de la tarea de jerarquización de figuras geométricas, mediante la prueba U de Mann-Whitney.

	<b>Pacientes con HH</b>	<b>Participantes control</b>	
	$\hat{X}$	$\hat{X}$	<i>p</i>
	$\sigma$	$\sigma$	
Tiempo promedio (segundos)	164.00 (85.99)	91.82 (23.82)	.023*

$\hat{X}$  = media;  $\sigma$  = Desviación Estándar; (\*)  $p \leq 0.05$

- Relación de estímulo de figura geométrica con el estímulo escrito.

Mediante la prueba de Chi cuadrada no se encontraron diferencias significativas entre la relación de nombre con figura geométrica en los pacientes con HH y los participantes control. En la tabla 19 se observa con mayor detalle el comportamiento de la tarea de relacionar los estímulos visuales con el estímulo escrito.

**Tabla 19.** Relación de figuras geométricas con su nombre escrito entre los grupos de participantes control y pacientes con HH, mediante el uso de Chi-cuadrada.

<b>Figura</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Pacientes con HH</b>	<b>Participantes control</b>	<b>Porcentaje total de respuestas (%)</b>	<b>Prueba de Chi-cuadrada</b>
					<i>p</i>
Triángulo	Correctas	10	10	100.00	1.00
	Incorrectas	0	0	0.00	
Cuadrado	Correctas	10	10	100.00	1.00
	Incorrectas	0	0	0.00	
Rectángulo	Correctas	10	10	100.00	

	Incorrectas	0	0	0.00	1.00
Círculo	Correctas	10	10	100.00	1.00
	Incorrectas	0	0	0.00	
Elipse	Correctas	6	9	75.00	
	Incorrectas	4	1	25.00	0.121

(\*)  $p \leq 0.0$

- *Tiempo de ejecución en la tarea de relación de forma geométrica con el estímulo escrito.*

Mediante el análisis estadístico de la prueba U de Mann-Whitney se obtuvieron diferencias significativas en el tiempo de ejecución de la tarea entre los grupos, donde se observa que la diferencia en el promedio de ejecución es de 37.4 segundos, es decir el doble de tiempo que los participantes control ( $p = 0.000$ ). En la tabla 20 se observa el comportamiento de las medias de tiempo de cada grupo.

**Tabla 20.** Comparación entre los grupos de participantes control y pacientes con HH en el tiempo de realización de la relación de estímulo escrito con el estímulo visual, mediante la prueba U de Mann-Whitney.

	<b>Pacientes con HH</b>	<b>Participantes control</b>	<b><i>p</i></b>
	$\hat{X}$	$\hat{X}$	
	$\sigma$	$\sigma$	
Tiempo promedio (segundos)	54.50	17.10	.000*
	(48.33)	(4.25)	

$\hat{X}$  = media;  $\sigma$  = Desviación Estándar; (\*)  $p \leq 0.05$

### Prueba BORB

- *Puntaje total de cada subprueba*

El análisis estadístico de U de Mann-Whitney no mostró diferencias significativas entre los grupos en la realización de cada subprueba de la BORB; sin embargo se puede observar cierta tendencia a la diferencia en el parámetro de relación de tamaños, donde los pacientes con HH presentaron mayores complicaciones. Estos resultados se observan la tabla 21.

**Tabla 21.** Desempeño en las subpruebas del test BORB entre el grupo de participantes control y pacientes con HH, mediante la prueba U de Mann-Whitney.

Parámetro	Grupos		<i>p</i>
	Pacientes con HH	Participantes control	
	$\hat{X}$ $\sigma$	$\hat{X}$ $\sigma$	
Test 2, Relación de longitud	82.33 (6.09)	87.66 (5.89)	0.089
Test 3, Relación de tamaño	83.97 (9.00)	90.00 (4.16)	0.052
Test 4, Relación de orientación	72.67 (4.66)	75.00 (9.97)	0.353
Test 5, Relación de ubicación de la posición en el espacio	76.67 (13.30)	80.60 (5.61)	0.739

$\hat{X}$  = media;  $\sigma$  = Desviación Estándar; (\*)  $p \leq 0.05$

- *Tiempo de ejecución de las subpruebas del test BORB*

Mediante el análisis estadístico de la prueba U de Mann-Whitney se obtuvieron diferencias significativas en el tiempo de ejecución en el test 2 (relación de longitud  $p = 0.015$ ) y test 4 (relación de orientación  $p = 0.015$ ). Estos resultados pueden ser consecuentes a que ambas tareas se comparan líneas, ya sea en cuanto a tamaño u orientación; infiriendo así que los pacientes con HH podrán presentar ciertos problemas de latencia de respuesta, presumiendo así que existe una re-verificación de la respuesta en estos estímulos. Estos resultados se observan en la tabla 22 mostrada a continuación.

**Tabla 22.** Tiempo promedio de realización de las subpruebas del test BORB del grupo de participantes control y pacientes con HH, mediante la U de Mann-Whitney.

Parámetro	Grupos		<i>p</i>
	Pacientes con HH	Participantes control	
	$\hat{X}$ $\sigma$	$\hat{X}$ $\sigma$	
Test 2, Relación de longitud	139.500 (45.31)	93.70 (26.70)	0.015*
Test 3, Relación de tamaño	107.73 (38.16)	83.70 (31.00)	0.075
Test 4, Relación de orientación	132.20 (60.14)	79.00 (32.16)	0.015*
Test 5, Relación de ubicación de la posición en el espacio	155.00 (56.87)	119.20 (40.80)	0.089

$\hat{X}$  = media;  $\sigma$  = Desviación Estándar; (\*)  $p \leq 0.05$

Finalmente se quiso verificar si la prueba de percepción de color y forma geométrica realizada evaluaba los aspectos visuales adecuadamente, por lo que se hizo una

correlación con la prueba estandarizada BORB. Se relacionó las subpruebas de la forma geométrica, de jerarquización de tamaños y de elección de la forma con mayor tamaño con las subpruebas BORB empleadas en este estudio, las cuales integran factores de longitud, tamaño, orientación y ubicación de la posición en el espacio. Utilizando así, la prueba de Rho de Spearman, a lo que se obtuvo que no existe una correlación entre la localización de figura con mayor tamaño y la subpruebas BORB; sin embargo se obtuvo una correlación positiva entre la subpruebas BORB de longitud, tamaño y ubicación de la posición en el espacio de las figuras con la jerarquización de tamaños en la tarea de percepción de figuras geométricas; esta se observa en la tabla 23. Indicando que a mayor eficacia de respuesta de la discriminación de la longitud, tamaño y ubicación de la posición en el espacio de estímulos simples, mejor será el desempeño de jerarquizar por tamaños las formas geométricas.

**Tabla 23.** Correlación de Prueba BORB y subpruebas de Percepción de Formas Geométricas, mediante el uso de Rho de Spearman.

Subpruebas de Percepción de Figuras Geométricas		Prueba BORB			
		Longitud de figura	Tamaño de figura	Orientación de figura	Ubicación de la posición en el espacio
Figura con mayor tamaño	Coefficiente de correlación	0.294	0.367	-.044	0.131
	<i>p</i>	0.208	0.112	0.854	0.583
Jerarquización de tamaños	Coefficiente de correlación	0.632**	0.577**	0.434	0.475*
	<i>p</i>	0.003	0.008	0.056	0.034

(\*\*)  $p \leq 0.01$ ; (\*)  $p \leq 0.05$

Así mismo se correlacionaron los errores de rotación observados en la subprueba de jerarquización de figuras geométricas y las subpruebas de la BORB, para ver si estos

errores podrían estar basados en una deficiente percepción de factores más básicos contemplados en las subpruebas de la BORB. Por lo que al realizar la prueba de Rho de Spearman se obtuvo la existencia de una correlación negativa entre la subprueba de jerarquización y las subpruebas de la BORB de longitud y tamaño. Indicando que a mayor número de errores de rotación de las tarjetas o figuras geométricas, menor será la eficiencia de discriminar la longitud y tamaño de estímulos simples. Esto se observa en la tabla 24.

**Tabla 24.** Correlación de Prueba BORB y Jerarquización de figuras, mediante el uso de Rho de Spearman.

Jerarquización de figuras geométricas		Prueba BORB			
		Longitud de figura	Tamaño de figura	Orientación de figura	Ubicación de la posición en el espacio
Errores de rotación de tarjetas	Coefficiente de correlación	-.486*	-.501*	-.187	-.160
	<i>p</i>	0.030	0.024	0.429	0.502

(\*\*)  $p \leq 0.01$ ; (\*)  $p \leq 0.05$

Esto muestra la existencia de una correlación entre ambas pruebas, donde el desempeño resultante de una tarea de percepción básica de líneas, tendrá efectos en la respuesta a estímulos más complejos como lo son las formas geométricas, las cuales son un conjunto de líneas con características de longitud, tamaño, orientación y posición en el espacio. Debido a que se encontró una correlación en estas pruebas se ahondará con este tema en la *Discusión*.

## DISCUSIÓN

La percepción visual es la elaboración de una descripción simbólica del mundo físico que nos rodea a partir del patrón de luz reflejada por los diferentes elementos que lo componen (Ortíz, 2007). El color y la forma geométrica son sus características básicas, si existe una alteración, el mundo visual se distorsiona de manera significativa, provocando que pacientes con problemas perceptuales puedan quedar recluidos en su casa, por el miedo a no reconocer el ambiente.

La HH provocará alteraciones perceptuales debido a que afecta zonas corticales visuales, resultando en agnosias visuales, alexia sin agrafía o heminegligencia. Esto denota la importancia de describir las características visuales en color y forma geométrica en estos pacientes, ya que estos componentes son básicos para la percepción.

El comportamiento perceptual de los pacientes con HH en cada tarea fue diferente, unos mostraron mayores deficiencias en tareas de color que de figuras geométricas o viceversa, esta conducta apoya las hipótesis propuestas por Olvera-Trejo (2001); especialmente donde menciona que la extensión de la lesión cerebral podrá relacionar directa o indirectamente síndromes neuropsicológicos. En este estudio se seleccionaron pacientes con una ubicación específica de la lesión, sin embargo ciertas lesiones resultaron ser más invasivas que otras, explicando que no todos los pacientes mostraran las mismas dificultades perceptuales entre ellos.

A continuación se analizarán las diferencias perceptuales obtenidas en cada tarea de percepción de color y forma geométrica.

### ***Diferencias perceptuales en color y forma geométrica en personas con HH y sin HH***

En un principio se estableció como hipótesis la existencia de diferencias perceptuales en el color y forma geométrica entre personas con HH y sin HH. Se acepta parcialmente la hipótesis por que los resultados no mostraron una diferencia en la percepción del color, pero si en la percepción de la forma geométrica

- **Procesamiento de color**

Los resultados obtenidos en la presente investigación mostraron que tanto los pacientes con HH como los participantes control no expresaron diferencias en estas tareas de percepción de color. Sin embargo en la tarea de la elección de color con mayor grado de saturación, se encontraron diferencias en la percepción del color azul. Este resultado parece no ser muy claro, ya que de acuerdo a los estudios de imagen de los pacientes no presentan una lesión que abarque el giro fusiforme, donde se encuentra V4, encargada de los procesos de codificación del color o una lesión talámica en el NGL, que podría explicar un problema con las células konicelulares encargadas de la codificación del par de colores azul-amarillo.

Este resultado es interesante porque no se ha reportado algún resultado similar, ya que en las investigaciones de percepción del color en pacientes con HH y como las de Alexander & Cowey (2010), Bogousslavsky y cols. (1987) y Albert & Silverberg (1975) describen problemas de acromatopsia o dificultades en la discriminación entre el azul y el amarillo. A lo que esta dificultad en los pacientes con HH de esta investigación podría explicarse en cuanto a la localización hemisférica de la lesión. Los pacientes que mostraron mayores errores en la elección del color con mayor grado de saturación, en la tarea de degradación de color y que confundieron los colores con menor grado de saturación;

presentaron lesiones en el hemisferio derecho (HH izquierda). Lo cual corrobora el estudio de Hitoshi y colaboradores (2007) al describir que las mayores complicaciones en la percepción de color se presentan en lesiones del hemisferio derecha, donde no necesariamente se abarca el área V4 para manifestar estas deficiencias.

En la tarea de relacionar el estímulo escrito con el estímulo de color se encontró que los errores cometidos por los pacientes con HH pudieron haber sido por dos cuestiones; por lesiones en el hemisferio izquierdo (HH derecha) o por una base lingüístico- cultural. Al contrario de los pacientes que mostraron deficiencias en seleccionar los colores con mayor saturación, estos presentaron mayores problemáticas al relacionar o parear la tarjeta lexical con el color, confundiendo los colores y realizando una constante verificación de la tarjeta con el color; así mismo no seguían las instrucciones correctamente, a todos los colores les asignaron un nombre, cuando la instrucción era únicamente poner un nombre al matiz principal o de mayor grado de saturación por cada color. Por otro lado los pacientes con lesiones derechas (HH izquierda) que no mostraron dificultades perceptuales en color, categorizaron de manera un poco diferente que los controles; se observó que el color con mayor complicación fue el rojo, el cual lo catalogaban como anaranjado. Los pacientes que clasificaron así el color se dedicaban a oficios de albañilería, herrería, costura y chofer de autobús; implicando que el contexto socio-cultural es primordial para nominar la experiencia del color. Lo que apoya un estudio realizado por Witzel y Gegenfurtner (2013) donde menciona que la categoría al color no es inherente a la habilidad básica de discriminar colores. De la misma manera Sapir-Whorf (1930, citado de Baauw, 2011), plantean que la existencia de factores de categorías del color es utilizada para la comunicación, y que la percepción del color y cognición es influenciada por un aprendizaje

lingüístico; confirmando que el contexto cultural desarrolla las áreas visuales primarias, según estudios de Baauw (2011).

- **Procesamiento de forma en las figuras geométricas**

De acuerdo a los resultados obtenidos, no existieron diferencias significativas entre los grupos en la tarea de elegir la figura con mayor tamaño. Estos resultados apoyan la hipótesis propuesta por Shevelev y colaboradores (2003), proponiendo que el reconocimiento de figuras geométricas se realiza bajo condiciones de comparación en la orientación de las líneas (proceso ubicado en V1). Hipótesis que igualmente se sostiene con los resultados obtenidos en las tareas del BORB, donde los resultados demuestran que no existieron diferencias entre el grupo de participantes control y de pacientes con HH; sin embargo en la tarea de relación de tamaños de la BORB se mostró que los pacientes con HH presentaron mayores dificultades para resolverlo, característica de gran importancia para la tarea de jerarquización de figuras por tamaños, la cual expresó deficiencias por este grupo.

En la tarea de jerarquización de los tamaños se mostraron deficiencias en las figuras del triángulo y elipse, así como errores de tipo rotacional en el rectángulo y el cuadrado. Estos resultados pueden deberse a consecuencias de la misma hemianopsia, ya que Weiskerantz en 1986 (citado de Marcel y colaboradores, 1998) vio una conducta similar de confusión entre las figuras del triángulo y el rectángulo; nuestros pacientes pudieron diferenciarlos entre ellos, sin embargo no pudieron distinguir de forma correcta su tamaño. Así mismo la localización de la lesión podría ser un factor importante para la resolución de esta tarea; Ferber y Karnath (2001) proponen que las áreas 18 y 19 de Brodmann del

hemisferio derecho en la parte caudal dorsal (complejo de occipito lateral, conocido como “LOC”), están involucradas en la percepción del tamaño y localización de objetos y líneas. Fueron más los pacientes con lesión derecha (HH izquierda) que presentaron mayores errores en esta tarea, sin embargo no fue un número significativo respecto a los pacientes de lesión izquierda (HH derecha), por lo que no se podría confirmar en esta muestra la hipótesis de mayor funcionalidad del hemisferio derecho de Ferber y Karnath.

Finalmente en la tarea de relacionar el estímulo escrito con la figura geométrica no resultaron diferencias significativas, por lo que no se presentó una alteración en el reconocimiento de estímulos básicos visuales como las figuras geométricas. Esto apoya a la misma hipótesis de “Reconocimiento de figuras geométricas mediante la orientación de las líneas” de Shevelev y cols. (2003) mencionada anteriormente. Así mismo un estudio de Murray y colaboradores (2002) reportó que el proceso de reconocimiento de figuras geométricas en pacientes con HH no se encuentra alterado, ya que existe un reconocimiento y procesamiento de líneas tan diverso que al momento de integrar la información se puede relacionar estos estímulos gráficos con su etiqueta lexical. Sin embargo las dificultades que sobresalieron fue el caso de la etiqueta “elipse”, caracterizada por los pacientes con menor grado de escolaridad, implicando que el uso de este tipo de “información académica” es una variable importante para controlar en futuras investigaciones, ya que el contexto cultural de la persona no indicará forzosamente un problema perceptual.

- **Procesamiento perceptual visual en pacientes con HH**

La presente investigación mostró la existencia de deficiencias perceptuales de búsqueda de estímulos en los pacientes con HH, ya que estos demoraron el doble o el triple

de tiempo en comparación con los participantes control. El Departamento de Neuroftalmología del INNN previamente grabó los movimientos oculares como parte del expediente del paciente y se observó una alteración de movimiento sacádico en estos. Esta alteración podría justificar la latencia en la búsqueda de objetos, lo que apoya el estudio de Machner y colaboradores (2009), demostrando que los pacientes con HH realizan un fenómeno de “re-fijación” ocular para verificar que su búsqueda de estímulo sea correcta, lo que invierte una mayor cantidad de tiempo. Según Sprenger y colaboradores (2002, citado en Machner y cols. 2009) esta misma conducta de “re-fijación” no solo resulta en una mayor latencia, sino en una mala organización espacial y mal escaneo de integración visual, debido a sacadas caóticas. Este mismo efecto se observó en las rotaciones realizadas y la manera de desordenada de jerarquizar las figuras; así que esta conducta de “re-fijación” podría explicar de mejor manera el tipo de ejecución realizada por los pacientes que únicamente el lugar de lesión. Esto da pie a analizar que un daño occipital resulta en secuelas de áreas frontales; es decir, puede indicar un déficit en una vía larga de codificación visual, específicamente en el fascículo longitudinal superior (FLS). En un estudio de Umarova y colaboradores (2010, de Tirapu-Ustárriz y cols. 2011) identificaron que esta vía es vital para la atención visoespacial, ya que une los lóbulos frontal, parietal, occipital y temporal; por lo que una lesión occipital como la HH puede provocar cambios en un área tan lejana como el área 8 de Brodmann, encargada del movimiento ocular. Por lo que al presentar una deficiencia en esta vía larga, se podría pensar que la vía dorsal está comprometida en estos pacientes, especialmente la vía dorso-dorsal, ya que se presentaron alteraciones en los movimientos oculares de búsqueda, mayor inversión de tiempo en la discriminación visual de objetos, así como deficiencias en la codificación del espacio.

### ***Calidad de funcionalidad visual en pacientes con HH***

Los defectos en la visión reducen severamente la calidad de vida en cualquier persona. La prueba de calidad visual aplicada a los pacientes (VSQ-25) tenía como objetivo no únicamente obtener datos de salud visual; sino capturar todo el contexto social y de salud mental que le implicaba al paciente no tener la misma calidad visual de antes.

Los pacientes reportaron menor calidad visual (50%) en las escalas de visión general, dolor ocular, visión cercana, lejana y periférica; esta baja fue esperada debido a la naturaleza de la lesión. Sin embargo al estudiar las consecuencias de esta merma visual se obtuvo una disminución en su funcionamiento social, en su salud mental y pobre desempeño laboral dentro de la sociedad, que dan como resultado un mayor grado de dependencia para realizar sus actividades. Estos resultados muestran que la vida del paciente con HH cambia totalmente, ellos pueden hablar y comprender perfectamente todo; sin embargo al disminuir la vista su vida mayoritariamente dependerá de otra persona. Estos resultados mostraron un comportamiento muy similar a un estudio realizado por Gall y colaboradores (2010), donde los pacientes igualmente reportaron mayores deficiencias en la escala de funcionamiento social, debido a problemas emocionales; aún ya con 2 años y medio después del evento tenían disminuida esa área.

Esto indica que para mejorar la calidad de vida en estos pacientes se debe de contemplar un tratamiento integral que abarque no únicamente tratamientos farmacológicos o de rehabilitación, sino un tratamiento psicoterapéutico emocional, el cual será la base para que el paciente vuelva a realizar su vida por sí mismo en lo posible.

***Relación entre parámetros de la prueba BORB y parámetros de la prueba de percepción de figuras geométricas realizada***

Los estímulos de la prueba BORB se caracterizan por su naturaleza de simplicidad de líneas y círculos, elementos básicos para la percepción de figuras geométricas o con mayor grado de complejidad; resultando que si existe una deficiencia perceptual en estímulos simples, se presentarán mayores complicaciones en estímulos más complejos. Según Ching (de Lugo-Mateos, 2013) las formas geométricas poseen siete atributos importantes que van a determinar su función, entre las que están los contornos, tamaños, textura, color, posición, orientación e inercia visual; al comparar la prueba BORB con estos atributos se observa que esta prueba califica dos aspectos: tamaño (donde también se ubica la longitud) y orientación (también ubicado el parámetro de ubicación del espacio). Por lo que cualquier aspecto de estos siete que se omita implicará errores en la percepción de figuras con mayor grado de complejidad, lo que concuerda con las correlaciones realizadas, donde a mayor eficacia de discriminación de la longitud, tamaño y ubicación del espacio de los estímulos habrá un mejor desempeño en jerarquizar figuras geométricas; así como si se presentan deficiencias en la percepción de la longitud y el tamaño, resultarán en una mayor cantidad de errores de tipo rotacional.

Esto podría indicar que la prueba de percepción de figuras geométricas realizada presenta cierto grado de sensibilidad en la detección de atributos visuales.

## CONCLUSIONES

Las contribuciones que el estudio proporciona son el conocer más las patologías visuales como las hemianopsias homónimas, describir como el paciente con HH convive en su entorno y si la percepción visual de los estímulos visuales “básicos” como el color y la forma geométrica son distorsionadas al tener la HH. Por lo que esta investigación permite llegar a las siguientes conclusiones:

1. Los pacientes con HH del estudio presentaron problemas perceptuales, caracterizados con problemas de rotación de tarjetas y organización jerárquica de los tamaños, probablemente debido a un movimiento ocular alterado.
2. Los pacientes con HH presentaron mayores tiempos de realización de tareas de búsqueda de estímulos y discriminación de estímulos visuales, que los participantes control; posiblemente debido a una falta de organización del movimiento ocular.
3. Los pacientes con HH presentaron alguna deficiencia en la percepción de color, forma geométrica o una latencia mayor a la esperada. Lo que provoca en los pacientes una baja autoestima e inseguridad de realizar actividades por sí mismos.

## SUGERENCIAS

Este trabajo de investigación proporciona bases para futuros estudios que tengan como sustento teórico el estudio de patologías visuales como la HH, investigaciones de la percepción visual en estímulos básicos del a visión o de tipo psicoterapéutico para comprender la patología de los pacientes que viven un proceso de duelo.

Adicionalmente se sugiere agregar otro tipo de tareas como el movimiento; los pacientes reportan que perciben los objetos en movimiento a cierta distancia y a cierta velocidad, sin embargo cuando quieren alcanzar dicho objeto en movimiento, no lo pueden realizar debido a que sus cálculos para llegar a ese no fueron correctos. Estos pacientes pudieran presentar problemas perceptuales akinetopsia u otros, los cuales sería importantes de conocer para proponer estrategias que ayuden a aminorar dichos problemas.

Una propuesta de intervención psicoterapéutica es de gran importancia para este tipo de pacientes, ya que no solamente cambia su percepción visual, sino toda su vida, su calidad de funcionalidad visual disminuye de manera significativa, resultando que ya no puedan salir solos a la calle, choquen con la gente u objetos, presenten miedo a no reconocer los objetos, etc. Esto provoca que caigan en una depresión y que no puedan recibir así un tratamiento de rehabilitación.

## **APORTACIONES Y LIMITACIONES**

Al de estudiar esta patología de HH en una muestra mexicana da conocer la problemática de estos pacientes, que al no presentar físicamente una discapacidad visual, presentan actitudes de “invidentes”, ya que necesitarán de alguien que los guíe del lado ciego para evitar que choquen de ese lado o para realizar otras actividades.

Se realizó una prueba específica de la percepción visual del color y forma geométrica para estos pacientes, debido a que no existen pruebas de degradación de colores básicos, ni de tamaño de formas geométricas. Estas dieron buenos resultados en cuanto a la percepción visual de estímulos básicos; sin embargo se necesita estandarizar y validar con un mayor número de participantes.

Así mismo este estudio aporta la valoración de la calidad de funcionalidad visual, la cual es importante conocer para poder realizar una intervención psicoterapéutica, debido a que existe una pérdida de función corporal, muchos pacientes viven un duelo que no permite que realicen su vida normal.

Por otro lado, el número de participantes correspondiente a la localización hemisférica de la lesión, fue pequeño. De igual forma, la escolaridad o conocimiento académico de los pacientes es un factor importante para controlar en futuros estudios, ya que se puede confundir la falta de conocimiento de algún objeto o concepto, con algún tipo de problema perceptual.

## REFERENCIAS

- Albert, M. L., Reches, A., & Silverberg, R. (1975). Hemianopic colour blindness. *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry*(38), 546-549.
- Alexander, I., & Cowey, A. (2010). Edges, colour and awareness in blindsight. *Consciousness and Cognition*(19), 520-533.
- Ardila, A., & Roselli, M. (2007). *Neuropsicología Clínica*. México: Manual Moderno.
- Baars, B. J., & Gage, N. M. (2010). Vision. En B. J. Baars, & N. M. Gage, *Cognition, Brain and Consciousness* (Segunda ed., págs. 157-192). Canada: Academic Press.
- Baauw, S. (2011). *dspace.library.uu*. From La hipótesis de Sapir-Whorf:  
<http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCQQFjAB&url=http%3A%2F%2Fdspace.library.uu.nl%2Fbitstream%2Fhandle%2F1874%2F203148%2FLa%2520hipotesis%2520de%2520Sapir-Whorf.pdf%3Fsequence%3D1&ei=NKa4VOfrFYGhNtG-g9AG&usg=AFQjCNGvJkn>
- Barton, J. J. (2010). Disorders of color and object recognition. *American Academy of Neurology*, 16(4), 111-127.
- Benson, F. D. (1989). Disorders of Visual Gnosis. In W. J. Brown, *Neuropsychology of visual perception* (p. 265). United States of America: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers .
- Binkofski, F., & Buxbaum, L. J. (2013). Two action systems in the human brain. *Brain & Language*(127), 222-229.
- *Biodigital human*. (2015). Recuperado el 21 de Septiembre de 2015, de Biodigital human: <https://human.biodigital.com/index.html>

- Bogousslavsky, J., Miklossy, J., Deruaz, J.-P., Assal, G., & Regli, F. (1987). Lingual and fusiform gyri in visual processing: a clinico-pathologic study of superior altitudinal hemianopia. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*(50), 607-614.
- Botez, S. A., Carrera, E., Maeder, P., & Bogousslavsky, J. (2007). Aggressive behavior and posterior cerebral artery stroke. *Archive of Neurology*, 64(7), 1029-1033.
- Braungardt, J. (2014). *Philosophical explorations*. Recuperado el 21 de Septiembre de 2015, de Philosophical explorations:  
<https://braungardt.trialectics.com/sciences/psychology/gestalt-psychology-2/>
- Bueno-García, M., López-Tapia, F., Palomares-Martínez, C., & Álvarez-Moreno, P. (2006). Neuropsicología del color. *Psicología Teórica*, 1-33. From [www.ugr.es/~setchift/docs/cualia/neuropsicologia\\_del\\_color.pdf](http://www.ugr.es/~setchift/docs/cualia/neuropsicologia_del_color.pdf)
- Cardin, V., Sherrington, R., Hemsworth, L., & Smith, A. T. (2012). Human V6: Functional Characterisation and Localisation. *Plos One*, 7(10), 1-9.
- Carlson, N. R. (2006). Visión. In N. R. Carlson, *Fisiología de la conducta* (pp. 177-221). Madrid: Pearson Education.
- Catani, M., Derek, K. J., Donato, R., & Ffytche, D. H. (2003). Occipito-temporal connectiones in the human brain. *Brain*, 126, 2093-2107.
- Cid-Ruzafa, J., & Damián-Moreno, J. (1997). Valoración de la discapacidad física: el índice de Barthel. *Revista Española de Salud Pública*, 2(71), 127-137.
- Daw, N. D. (2006). Function in the Lateral Geniculate Nucleus. In N. D. Daw, *Visual development* (Second Edition ed., p. 300). United States of America.: Springer.

- de Hann, E. H., & Cowey, A. (2011). On the usefulness of "what" and "where" pathways in vision. *Cell*, 15(10), 460-466.
- De Renzi, E., Zambolin, A., & Crisi, G. (1987). The pattern of neuropsychological impairment associated with left posterior cerebral artery infarcts. *Brain*(110), 1099-1116.
- Díaz-Ramón, R. L. (Mayo de 2014). *Farmacia Ortopedia Díaz Ramón*. Recuperado el 21 de Septiembre de 2015, de <https://farmaciaastrabudua.files.wordpress.com/2014/05/espectro-radiacion-farmaciaastrabudua.png>
- *Dreamstime*. (2015). Recuperado el 21 de Septiembre de 2015, de Dreamstime: <http://es.dreamstime.com/im%C3%A1genes-de-archivo-libres-de-regal%C3%ADas-m%C3%BAsculos-del-ojo-image19558739>
- Emmanouil, T. A., Avigan, P., Persuh, M., & Ro, T. (2013). Saliency affects feedforward more than feedback processing in early visual cortex. *Neuropsychologia*, 51, 1497-1503.
- Epstein, R., Harris, A., Stanley, D., & Kanwisher, N. (1999). The parahippocampal place area: recognition, navigation, or encoding? *Neuron*, 115-125.
- Ferber, S., & Karnath, H.-O. (2001). Size perception in hemianopia and neglect. *Brain*, 124, 527-536.
- Fernández-Melo, R., López-Flores, G., Cruz-García, O., Jordán-González, J., Felipe-Morán, A., Benavides-Barbosa, J., & Mosquera-Betancourt, G. (2003). Diagnóstico de las malformaciones arteriovenosas cerebrales. *Revista de Neurología*, 37(9), 870-878.
- Fernández-Melo, R., López-Flores, G., Estupiñán-Díaz, B., Cruz-García, O., Bouza-Molina, W., García-Maeso, I., . . . Zarate, F. (2002). *Malformaciones arteriovenosas cerebrales. Revisión. Parte I: Histopatología, Epidemiología y Fisiopatología*. Recuperado el 2 de

octubre de 2014, de II Congreso Virtual. Neurocirugía '02:

<http://www.neuroc.sld.cu/papers/C-MAV.htm>

- Gall, C., Franke, G. H., & Sabel, B. A. (2010). Vision-related quality of life in first stroke patients with homonymous visual field defects. *Health and Quality of Life Outcomes*, 8(33), 1-14.
- Grill-Spector, K., Kourtzi, Z., & Kanwisher, N. (2001). The lateral occipital complex and its role in object recognition. *Vision Research*, 1409-1422.
- Grunda, T., Marsalek, P., & Sykorova, P. (2013). Homonymous hemianopia and related visual defects: Restoration of vision after a stroke. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 73, 273-279.
- Heeger, D. (2006). *Department of Psychology, New York University*. Recuperado el 21 de Septiembre de 2015, de Department of Psychology, New York University:  
<http://es.dreamstime.com/im%C3%A1genes-de-archivo-libres-de-regal%C3%ADas-m%C3%BAsculos-del-ojo-image19558739>
- Hildebrandt, H., Schütze, C., Ebke, M., & Spang, K. (2014). Differential Impact of Parvocellular and Magnocellular Pathways on Visual Impairment in Apperceptive Agnosia? *Neurocase*, 10(3), 207-214.
- Hitoshi, S., Akiko, M., Akira, N., & Sumie, M. (2007). Right hemisphere specialization for color detection. *Brain and Cognition*, 64, 282-289.
- Infartos cerebrales por sobrepeso y obesidad. (2013 йил 6-Октябрь). *El Universal*.
- Kanwisher, N., & Yovel, G. (2006). The fusiform face area: a cortical region specialized for the perception of faces. *Philosophical Transactions of The Royal Society*, 2109-2120.

- Kentridge, R. W., Heywood, C. A., & Weiskrantz, L. (2007). Color contrast processing in human striate cortex. *PNAS*, *104*(38), 15129 –15131.
- Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (2003). The Occipital Lobes. En B. Kolb, & I. Q. Whishaw, *Fundamentals of Human Neuropsychology* (Fifth edition ed., pág. 763). Worth Publishers.
- Küppers, H. (2002). *Atlas de los colores*. Barcelona: Blume.
- Lekic, T., & Chizobam, A. (2012). Posterior Circulation Stroke: Animal Models and Mechanism of Disease. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, *2012*, 1-8.
- Lewald, J., Tegenthoff, M., Peters, S., & Hausmann, M. (2012). Passive Auditory Stimulation Improves Vision in Hemianopia. *PLoS ONE*, *7*(5), 1-13.
- Lopera-R, F. (20 de Noviembre de 1998). *PROCESAMIENTO DE CARAS: Bases Neurológicas, trastornos y evaluación*. Recuperado el 21 de Septiembre de 2015, de <http://www.uninet.edu/neurocon/congreso-1/conferencias/neuropsicologia-2-2.html>
- López-Aranda, M. F., López-Téllez, J. F., Navarro-Lobato, I., Masmudi-Martín, M., Gutiérrez, A., & Khan, Z. U. (2009). Role of Layer 6 of V2 Visual Cortex in Object-Recognition Memory. *Science*, *325*, 87-89.
- Lugo-Mateos, S. (2013). *Memoria infantil: el impacto de las forms geométricas y el color en los niños preescolares (Tesis de licenciatura)*. D.F., México : Universidad Autónoma de México, Facultad de Psicología.
- Lui, L. L., Bourne, J. A., & Rosa, M. G. (2006). Functional Response Properties of Neurons in the Dorsomedial Visual Area of New World Monkeys (*Callithrix jacchus*). *Cerebral Cortex*, 162-177.
- Luna, D., & Tudela, P. (2006). *Percepción visual*. Madrid, España: Editorial Trotta.

- Machner, B., Sprenger, A., Detlef, K., Sander, T., Heide, W., Kimming, H., & Helmchen, C. (2009). Visual search disorders beyond pure sensory failure in patients with acute homonymous visual field defects. *Neuropsychologia*, 47, 2704-2711.
- Mangione, C. M. (2000). The National Eye Institute 25-Item. Visual Function Questionnaire (VFQ-25). *NEI VFQ-25 Scoring Algorithm*.
- Marcel, A. J. (1998). Blindsight and shape perception: deficit of visual consciousness or of visual function? *Brain*(121), 1565-1588.
- Markus, H. (2012). Stroke: causes and clinical features. *Medicine*, 484-489.
- Martinaud, O., Pouliquen, D., Gérardin, E., Loubeyre, M., Hirsbein, D., Hannequin, D., & Cohen, L. (2012). Visual agnosia and posterior cerebral artery infarcts: an anatomical-clinical study. *Plosone*, 7(1), 1-14.
- Martínez-Ponce de León, Á., Alanís-Reséndez, H. P., Elizondo-Riojas, G., Cabañas-Corona, E. A., & Morales-Grcía, V. D. (2009). Malformaciones arteriovenosas cerebrales: evolución natural e indicaciones de tratamiento. *Medicina Universitaria*, 11(42), 44-54.
- Nieuwenhuys, R., Voogd, J., & Van Huijzen, C. (2007). Visual System. In R. Nieuwenhuys, J. Voogd, & C. Van Huijzen, *The Human Central Nervous System* (Cuarta edición ed., p. 947). Germany: Springer Berlin Heidelberg.
- Nijboer, C. T., van Zandvoort, M. J., van der Smagt, M., Lemmens, P., & de Haan, E. H. (2007). Group study: threshold measurements of five different visual features Selective visuo-sensory deficits: an explorative study in stroke patients. En C. T. Nijboer, *Neuropsychology of colour vision* (pág. 213). Netherlands: Netherlands Organization for Scientific Research.

- Nijboer, T. C. (2007). *Neuropsychology of Colour Vision*. Netherlands: Netherlands Organization for Scientific Research.
- Olvera-Trejo, H. O. (2001). *Valoración neuropsicológica de las agnosias en pacientes con hemianopsia homómina (Tesis de licenciatura)*. D.F., México : Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Psicología.
- Orbe, A. (29 de Mayo de 2011). *Sinapsis*. Recuperado el 21 de Septiembre de 2015, de Sinapsis: <http://sinapsis-aom.blogspot.mx/2011/05/la-lectura-el-area-visual-de-formacion.html>
- Ortíz, Á. D. (2007). Percepción visual. *Innovación y experiencias educativas*, 6(31), 1-10.
- Paivio, A. (1989). A dual coding perspective on imagery and the Brain. En J. W. Brown, *Neuropsychology of visual perception* (pág. 267). United States of America: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Pascual, R. (10 de Diciembre de 2010). *Ocularis*. Recuperado el 21 de Septiembre de 2015, de Ocularis: <http://ocularis.es/blog/los-fotorreceptores-en-profundidad/>
- Pitzalis, S., Sereno, M. I., Committeri, G., Fattori, P., Galati, G., Tosoni, A., & Galletti, C. (2013). The Human Homologue of Macaque Area V6A. *Neuroimage*, 15, 517-530.
- Portellano, J. A. (2005). *Introducción a la neuropsicología*. México: McGraw-Hill.
- Prado-Serrano, A., Camas-Benítez, J. T., & Laredo-Mendiola, L. (2008). Sensopercepción del color. *Revista Mexicana Oftalmológica*, 82(2), 101-110.
- Publishing, T.-C. (2015). *what-when-how*. Recuperado el 21 de Septiembre de 2015, de what-when-how: <http://what-when-how.com/neuroscience/visual-system-sensory-system-part-3/>

- Qin, W., Liu, Y., Jiang, T., & Yu, C. (2013). The development of visual areas depends differently on visual experience. *PloS One*, 8(1), 1-10.
- Raposo, N., Cauquil, A. S., Albucher, J. F., Acket, B., Celebrini, S., Pariente, J., . . . Chollet, F. (2011). Poststroke conscious visual deficit: Clinical course and changes in cerebral activations. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 25(8), 703-710.
- Rare, J. R., & Kahn, J. H. (2012). Basic neuroanatomy and stroke syndromes. *Emergency Medic Clinic*(30), 601-615.
- Recio-Rodríguez, M., Herández-Aceituno, D., Hernández-González, L. C., Martínez-de Vega Ferndández, V., & Carrascoso, J. (2013). Imagen de tractografía 3T: anatomía y aplicaciones clínicas. *Radiología*, 55(1), 57-68.
- Riddoch, J. M., & Humphreys, G. W. (1993). *BORB. Birmingham Object Recognition Battery*. U.K.: Lawrence Erlbaum Associated.
- Rilling, J. K. (2014). Comparative primate neuroimaging: insights into human brain evolution. *Cell press*, 18(1), 46-55.
- Rivera-Aragón, S., & García-Méndez, M. (2005). *Aplicación de la estadística a la psicología*. México: Miguel Ángel Porrúa.
- Rocío-García, V. (1998). *Bases anatomofuncionales y clínicas de la rehabilitación neuropsicológica del paciente con diagnóstica de hemianopsia homónima retrogenicualda (Tesis de licenciatura)*. México, D.F.: Insituto Nacional de la Comunicación Humana "Dr. Andrés Bustamante Gurria".
- Rosa-Marcello, G., & Tweedale, R. (2000). Areas in Lateral and Ventral Extrastiate Cortices of the Marmoset Monkey. *The Journal of Comparative Neurology*, 422, 621-651.

- Sanz, J., Perdigón, A. L., & Vázquez, C. (2003). Adaptación española del Inventario para la Depresión de Beck-II (BDI-II): 2. Propiedades psicométricas en población general. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 249-280.
- Schiffman, R. H. (2004). *Sensación y percepción: Un enfoque integrador* (Quinta ed.). D.F., México: Manual Moderno.
- Shevelev, I. A., Kamenkovich, V. M., & Sharaev, G. A. (2003). The role of lines and corners of geometric figures in recognition performance. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 63, 361-368.
- Slotnick, S. D. (2009). Memory for color reactivates color processing region. *Cognitive neuroscience and neuropsychology*(20), 1568-1571.
- *The University of Chicago Medical Center*. (2015). Recuperado el 21 de Septiembre de 2015, de The University of Chicago Medical Center:  
[http://www.uchospitals.edu/images/gs/si\\_0002.gif](http://www.uchospitals.edu/images/gs/si_0002.gif)
- Tirapu-Ustárrroz, J., Luna-Lario, P., Hernández-Goñil, P., & García-Suescun, I. (2011). Relación entre la sustancia blanca y las funciones cognitivas. *Revista de Neurología*, 725-742.
- Unzueta-Arce, J., García-García, R., LaderA-Fernández, V., Perea-Bartolomé, M. V., Mora-Simón, S., & Cacho-Gutiérrez, J. (2012). Alteraciones en el procesamiento visual de formas: clasificación clínica integradora. *Neurología*, 1-8.
- Urtiba-Vicario, C. (1999). Fisiología general de la sensación: los receptores. En C. Urtiba-Vicario, *Neurobiología de la visión* (pág. 288). España: Universidad Politécnica de Catalunya.

- Valadéz-Rodríguez, J. (2006). *Neuroanatomía Funcional*. México: Ediciones de Neurociencias.
- Valadéz-Rodríguez, J., & Granados-Domínguez, L. (2014). Anatomía funcional de la visión. En J. Valadez Rodríguez, & L. Granados Dominguez, *Neuroanatomía funcional para neuropsicólogos* (pág. 302). México: Ediciones de Neurociencias.
- Waxman, S. G. (2011). El sistema visual. In S. G. Waxman, *Neuroanatomía clínica. Lange* (pp. 201-213). China: McGrawHill.
- Weiten, W. (2006). *Psicología: temas y variaciones*. México: Cenage Learning.
- Witzel, C., & Gegenfurtner, K. R. (2013). Categorical sensitivity to color differences. *Journal of Vision*, 13(7), 1-33.
- Zeki, S. (1995). *Una visión del cerebro* (Primera ed.). Barcelona, España: Ariel.
- Zhou, H., & Desimone, R. (2011). Feature-based attention in the Frontal Eye Field and area V4 during visual search. *Neuron*, 70(6), 1205-1217.
- Zihl, J. (1989). Cerebral disturbances of elementary visual functions. En W. J. Brown, *Neuropsychology of visual perception* (pág. 265). United States of America: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.