

# Empirismo vs Innatismo en el siglo XIX y los estudios sobre la visión del color

*Juliana Gutiérrez Valderrama*

jguti16@gmail.com

Universidad del Rosario, Colombia

---

*RESUMEN:* En la segunda mitad del siglo XIX, en el campo de la óptica fisiológica, se desarrolló una fuerte controversia entre *empirismo e innatismo*. Cada bando contaba con grandes defensores: Hermann von Helmholtz (empirista) y Ewald Hering (innatista). La controversia permeó fuertemente los estudios sobre óptica fisiológica y, entre ellos, los estudios sobre la visión del color. Tanto Helmholtz como Hering propusieron distintas teorías sobre el correlato fisiológico de la percepción del color y distintas cartografías (o gramáticas) para dar cuenta de las relaciones entre colores. Lo interesante es que los métodos por los cuales llegaron a formular sus propuestas parecen tener un orden inverso. Helmholtz sigue un orden *sintético*: primero define las variables físicas mínimas con las cuales se pueden establecer las combinaciones de los colores del espectro fenomenológico, y luego propone cuáles podrían ser los correlatos fisiológicos. Hering sigue un orden *analítico*: primero define las variables fenomenológicas mínimas con las cuales podemos dar cuenta de toda la gama de colores observables, y luego propone un correlato fisiológico. En el artículo se analizan los métodos que siguieron ambos autores y, adicionalmente, se defiende la tesis de que estos métodos responden a la adherencia a alguno de los dos bandos de la controversia.

*PALABRAS-CLAVES:* cartografías del color, empirismo, innatismo, óptica fisiológica, controversia

En la segunda mitad del siglo XIX, en el campo de la óptica fisiológica, se desarrolló una fuerte controversia que permeó notablemente la *forma* de abordar problemas e investigaciones. Esta controversia se ha presentado generalmente como un desacuerdo entre en dos bandos, innatismo y empirismo. Cada uno de los bandos contaba con grandes defensores: Hermann von Helmholtz como empirista y Ewald Hering como innatista. Por un lado, el innatismo pretendía explicar gran parte de nuestros fenómenos de la percepción visual a partir de características fisiológicas innatas de nuestros órganos receptores. El empirismo, por otro lado (a pesar de que también pretendía explicar algunos de los fenómenos de nuestra percepción visual a partir de aspectos fisiológicos) le daba una gran importancia a la historia de la experiencia del individuo como determinante en muchos de los aspectos de nuestra visión. Ahora bien, esta distinción entre innatismo y empirismo no era tajante; más bien, consistía en una cuestión de grado (Cf., Turner, 1994, 123): ¿qué tanto alcance se le quiere dar a aspectos fisiológicos innatos o a aspectos adquiridos a partir de la experiencia a la hora de explicar la percepción visual? Según la respuesta, se era innatista o empirista.

Dentro del análisis de la percepción visual, varios temas exigían atención y aclaración, entre ellos la percepción del color. Ahora bien, ¿qué tipos de preguntas se formulaban en los estudios sobre la visión del color? ¿Qué fenómenos se querían explicar y describir? Una de las principales cuestiones era la siguiente: ¿Cómo podemos obtener toda la gama de colores observables a pesar de que ésta es mucho mayor que la gama de colores del espectro electromagnético? Y, adicionalmente, ¿cómo se relacionan estos colores entre sí? Para solucionar estas cuestiones, se debían definir varios elementos: (i) ¿cuáles son los procesos fisiológicos y físicos que permiten la visión del color? (ii) ¿cómo, a partir de unos colores primarios, podemos obtener el resto? Y (iii), ¿cuáles son las relaciones de similitud o de diferencia entre los colores que observamos?, y, además, ¿cuáles son los criterios para definir estas relaciones? Cualquier teoría que se propusiera debía, a su vez, explicar fenómenos como la constancia del color en los objetos, el daltonismo, los contrastes simultáneos, las imágenes remanentes, entre otros.

Los principales exponentes de cada uno de los bandos propusieron distintas teorías sobre el correlato fisiológico de la percepción del color y distintas cartografías para dar cuenta de las relaciones entre colores (i.e. distintas *gramáticas de colores*). Adicionalmente, las vías por las cuales llegaron a formular sus propuestas parecen seguir un orden muy distinto. Helmholtz sigue un orden que podríamos denominar  *sintético* : primero se definen las variables físicas mínimas con las cuales se pueden establecer las combinaciones de una gran mayoría de los colores del espectro fenomenológico y luego se propone cuáles podrían ser los correlatos fisiológicos sensibles a cada uno de estos estímulos físicos con los cuáles se puede dar cuenta de la visión del color. Hering sigue un orden que podríamos denominar  *analítico* : la investigación parte de un análisis fenomenológico del color, esto es, se definen las variables fenomenológicas o psicológicas mínimas con las cuales podemos dar cuenta de toda la gama de colores observables, y luego se propone cuáles son los correlatos fisiológicos que correspondan o que expliquen estas variables. (Cf., Parsons, 1915, 194). Adicionalmente, cada uno de estos caminos determina cartografías o gramáticas diferentes. Helmholtz, por su lado, propone tres colores primarios, verde, rojo y violeta, con los que se pueden obtener el resto de colores y, además, defiende la hipótesis de que en nuestro aparato receptor hay tres componentes o elementos, cada uno principalmente sensible a uno de estos tres estímulos. (Cf., Helmholtz, 2005, v. II). Hering, por otro lado, propone cuatro colores cromáticos primarios, a saber, rojo, verde, amarillo y azul, y dos colores acromáticos primarios, a saber, blanco y negro. Estas seis sensaciones se organizan en pares de opuestos: rojo-verde, amarillo-azul, y blanco-negro. La hipótesis de Hering es que nuestro aparato receptor debe contar con tres elementos o procesos que corresponden a cada uno de estos pares opuestos. (Cf., Hering, 1964).

Lo que intentaré defender en este artículo es que el orden de la investigación en ambos autores no es gratuito ni es una elección metodológica arbitraria. A mi modo de ver, es posible considerar que este orden respondía a diferencias mucho más profundas conectadas con la controversia; es más, diferencias que no sólo se limitan a si se era innatista o empirista, sino, más bien, a distintas concepciones sobre qué es el fenómeno de la vida y cómo éste debe ser investigado. En ese orden de ideas, la controversia creció a partir de “profundos y divergentes compromisos metodológicos y, principalmente, de concepciones dispares sobre la naturaleza de la vida y la

función orgánica” (Turner, 1994, 4). Por un lado, en Helmholtz podemos identificar una postura materialista y reduccionista que se oponía fuertemente a cualquier forma de vitalismo: este autor se puso el objetivo de explicar, hasta donde más se pudiera, fenómenos vitales y sensoriales a partir de las herramientas de la física o de la química. (Cf., Cranefield, 1957; Temkin, 1946). Por otro lado, en Hering, vemos una postura fuertemente escéptica frente al reduccionismo sugerido por Helmholtz. Es más, Hering consideraba como contradictorio estudiar la vida a partir de nuestros conocimientos sobre lo inerte: “la vida sólo puede ser completamente comprendida a partir de la vida.” (Cf., Hering, 1900, 169).

Con este objetivo en mente, primero haré una presentación de cómo se ha caracterizado generalmente la controversia, i.e. empirismo vs innatismo, y sugeriré que dicha caracterización puede ser problemática. En la segunda parte, presentaré la controversia en torno a los estudios del color y las propuestas de cada uno de los autores. Finalmente, a manera de conclusión, quiero profundizar o explorar las raíces del desacuerdo y ver hasta qué punto se puede entender el conflicto en términos de vitalismo-anti-vitalismo.

### 1 — Empirismo vs. Innatismo

Como ya se había dicho, la controversia entre estos dos personajes se presentó como una discusión entre empirismo e innatismo. Así pues, en un principio, parece ser que el principal punto de quiebre era hasta qué punto el ojo necesitaba de una mente (o mejor, de una conciencia) para poder ver (Cf., Turner, 1994, 3). Esta forma de caracterizar la controversia se debe, principalmente, al mismo Helmholtz. (Cf., Turner, 1994, 88). Helmholtz, en el tercer volumen de su tratado sobre óptica fisiológica y en algunas otras conferencias, es el que caracteriza el corazón de la controversia entre estos dos extremos. “Helmholtz sostuvo que el problema central de una teoría de la percepción visual humana es determinar qué tanto de la percepción se debe directamente a la sensación y qué tanto se debe a la experiencia y al entrenamiento. [...] Helmholtz presentó este problema como la ruptura central del campo.” (Turner, 1994, 76).

La postura empirista, según Helmholtz, es aquella que adopta como predisposición metodológica conceder lo que más se pueda a la influencia de la experiencia y del aprendizaje (Cf., Helmholtz, 1962 v. 3, 10). Esta perspectiva concibe a las sensaciones como *signos* del mundo exterior que luego somos capaces de interpretar y de organizar gracias a la experiencia y a la memoria. (Cf., Helmholtz, 1868/1995, 177). Lo que realiza un sujeto para poder organizar su percepción visual es lo que Helmholtz llama “inferencias inconscientes”: i.e., procesos inconscientes de asociación (o inducción) entre experiencias pasadas. (Cf., Helmholtz, 1962 v. 3, 26-27). Por otro lado, la postura innatista asume que nuestro aparato receptor cuenta con mecanismos innatos para organizar nuestra experiencia. (Cf., Helmholtz, 1962 v. 3, 10). Para Helmholtz, esta perspectiva pretende negar (en lo que más se pueda) cualquier papel de la experiencia, postulando mecanismos fisiológicos innecesarios para poder explicar fenómenos que podrían ser explicados mucho más claramente en términos de leyes psicológicas. (Cf., Helmholtz, 1878/1995, 357). Para el autor, el innatismo tiene que asumir una armonía preestablecida entre las leyes de lo mental y las leyes del mundo exterior, mientras que, para el empirismo, la correspondencia entre lo mental y el mundo exterior se adquiere a partir de aprendizaje y experiencia. (Cf., Helmholtz, 1868/1995,

177). Según Helmholtz, el innatismo no logra *explicar* los fenómenos de nuestra percepción visual; lo que hace es sencillamente postular procesos fisiológicos innatos para dar cuenta de los fenómenos que pretenden abordar. (Cf., Helmholtz, 1962 v. 3, 17).

Ahora bien, Hering siempre se opuso a dicha caracterización. Desde el punto de vista de Hering, el corazón de la discusión era la tensión entre lo que él identificaba como una tendencia *espiritualista* y una tendencia *fisiológica*. La primera tendencia buscaba restringir el reino de lo innato para poder dar un espacio más amplio y libre al espíritu humano. Aquellos que defendían dicha postura, a la hora de verse en problemas para poder explicar ciertos fenómenos, apelaban ‘al alma’, ‘al juicio’ o a la ‘conciencia’ a la manera de *deux ex machina* para poder eliminar las dificultades. En ese orden de ideas, al no poder explicar ciertos fenómenos sensoriales a partir de la física y la química, muchos se inclinaban por esta “fisiología espiritualista”. La segunda tendencia, por el contrario, veía a los fenómenos de la conciencia como condicionados y apoyados en procesos orgánicos; por lo tanto, los fenómenos sensoriales debían tener, siempre, algún correlato fisiológico que pudiera dar cuenta de ellos. Esta postura buscaba hacer una fisiología de la conciencia o, mejor, una psicología fisiológica. (Cf., Turner, 1994, 122-123). En palabras de Hering, “[a]sí considerados, los fenómenos de la conciencia aparecen como funciones de cambios materiales de la sustancia organizada, y viceversa. [...] Ayudada por esta hipótesis, la fisiología moderna puede traer el fenómeno de la conciencia al dominio de su investigación sin abandonar la tierra firme del método científico” (Hering, 1897, 4-5). Teniendo en cuenta lo anterior, para Hering, la división entre empirismo o innatismo era, en un principio, irrelevante; la brecha entre las tendencias fisiológicas y espiritualistas era la fundamental. Mientras que la primera dirección buscaba deducir las leyes de la conciencia a partir de procesos orgánicos y materiales, la otra tomaba la salida fácil y explicaba estos fenómenos a partir de ciertas particularidades o habilidades del alma.

Al analizar las diferencias tan grandes que ambos autores tienen a la hora incluso de identificar el origen de sus discusiones, de pronto podemos poner en duda la caracterización que prevaleció, a saber, como una controversia entre empiristas e innatistas. A mi modo de ver, el desacuerdo entre ambos autores puede rastrearse en aspectos más profundos, a saber, en una tensión entre vitalismo y anti-vitalismo, las cuales fueron transversales en la fisiología del siglo XIX en Alemania. A continuación, analizaré cómo fueron las distintas teorías sobre la visión del color propuestas por los dos personajes. Allí, trataré de ver si es posible rastrear algunas pistas sobre cuáles pueden ser los presupuestos involucrados en la discusión.

## 2 — Teorías sobre la visión del color

Como se mencionó en la introducción, en los estudios sobre la visión del color, cada uno de los protagonistas siguió un orden distinto a la hora de realizar sus investigaciones y sus teorías. En el caso de Helmholtz vemos un orden  *sintético* : lo que se busca es poder construir nuestra experiencia fenomenológica del color a partir de un correlato fisiológico que se formuló teniendo en cuenta las variables físicas mínimas necesarias para obtener la mayor gama de colores. En el caso de Hering encontramos un orden  *analítico* : el autor parte de la experiencia fenomenológica del color y realiza un  *análisis*  para identificar las variables fenomenológicas que están allí in-

volucradas; luego sugiere una cartografía del color y, finalmente, sugiere el correlato fisiológico que debe existir para que la experiencia del color sea como en efecto lo es. Cada teoría debía dar cuenta de varios fenómenos como la constancia del color, las imágenes remanentes<sup>1</sup> y el contraste simultáneo<sup>2</sup>, el daltonismo, entre otros. A continuación, analizaré las propuestas de cada uno de los autores señalando los pasos que siguieron en sus investigaciones; luego, mostraré qué respuestas podían ofrecer a los cuatro fenómenos mencionados a manera de ejemplo; finalmente, trataré de identificar algunos elementos que pueden dar pistas sobre el corazón de la controversia.

### 2.1 — *Hermann von Helmholtz*

Helmholtz, en el momento de presentar su teoría sobre la visión del color, parte de una teoría física de la luz y, además, acoge los avances de Newton (1717/1977), Grassmann (1854) y Maxwell (1855) sobre los estudios del color. En primer lugar, Helmholtz asume la teoría ondulatoria de la luz: al descomponer la luz blanca con ayuda de un prisma, podemos observar distintos rayos con diferentes longitudes de onda, los cuales, al afectar nuestro órgano de la visión, generan la sensación de distintos colores. Esta gama de colores que observamos cuando la luz pasa por un prisma es lo que conocemos como el espectro electromagnético (Cf., Helmholtz, 1962 v. 2, 61; Cf., Helmholtz, 1869/1995, 154). “En general, entonces, la luz, que consiste en ondulaciones de distintas longitudes de onda, produce diferentes impresiones sobre nuestro ojo, a saber, impresiones de distintos colores.” (Helmholtz, 1968/1995, 154). Adicionalmente, los rayos de distintas longitudes de onda pueden combinarse generando la sensación de otros colores del espectro e incluso colores que no estaban en un principio (i.e. el púrpura). Así pues, Helmholtz hace la distinción entre colores compuestos y colores simples: por ejemplo, es posible tener un naranja “puro” u homogéneo cuando aislamos los rayos del espectro que producen esta impresión y, adicionalmente, podemos tener un naranja compuesto al combinar distintos rayos de luz con diferentes longitudes de onda.<sup>3</sup>

En segundo lugar, Helmholtz se remite a Newton (1717/1977) para comenzar a construir su cartografía y para identificar la ley que indica cómo se pueden obtener todos los colores a partir de combinaciones entre colores simples. Newton propone representar los colores del espectro en una curva cerrada (en su caso, un círculo), la cual se une por el rojo y el azul a través del púrpura o violeta (Figura 1). En la mitad del círculo se ubica el blanco, pues éste se obtiene a partir de la combinación de todos los colores del espectro. Con este círculo de color, es posible determinar el lugar de cada color compuesto asignando pesos o cantidades a los colores simples que están en la combinación. Trazando una línea recta entre los dos colores que deseamos combi-

---

1 Las imágenes remanentes consisten en aquellas situaciones donde una estimulación previa sigue afectando o haciendo ruido en las percepciones que le siguen (por ejemplo, cuando observamos una mancha blanca al mirar una pared negra debido a que segundos antes estuvimos observando una luz muy fuerte).

2 El contraste simultáneo es cuando nuestra percepción de un color cambia o es afectada por otros colores que le rodean. Por ejemplo, una misma mancha gris se ve más oscura en un fondo blanco y se ve más clara en un campo negro.

3 Es importante señalar que, fenomenológicamente, un sujeto no puede diferenciar entre un color simple y uno compuesto.

nar y, además, asignando los pesos de cada color, podemos determinar el “centro de gravedad” de la combinación; este centro indica cuál es el color compuesto. Es importante aclarar que todos los matices del espectro se pueden obtener mezclando pares de colores; no es posible obtener un nuevo matiz mezclando más de dos colores simples.

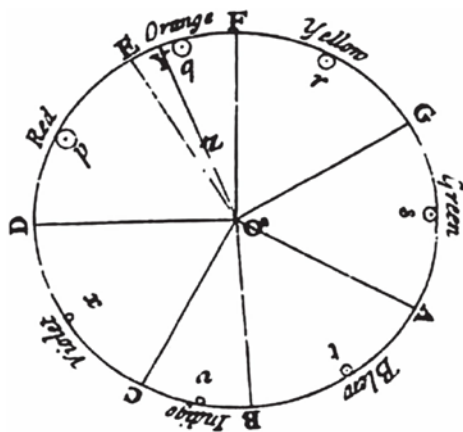


Figura 1. Círculo de Color de Newton<sup>4</sup>

Sumado a esto, Helmholtz, remitiéndose al trabajo de Grassmann (1854), muestra que el mismo diagrama de Newton puede ser construido partiendo de las tres variables involucradas en cualquier percepción de color, a saber, (i) saturación, (ii) tono y (iii) brillo o luminosidad. (Cf., Helmholtz, 1962 v. 2, 132). Finalmente, también haciendo alusión a los trabajos de Maxwell (1855), Helmholtz defiende que es posible construir este mismo espacio de color a partir de tres colores primarios, (los cuales se eligen arbitrariamente; la única condición es que con la mezcla de dos colores no pueda obtenerse el tercero). (Cf., Helmholtz, 1962 v. 2, 134, 141). Así las cosas, sólo con tres colores primarios podemos dar cuenta de todos los colores observables y, además, de las tres variables presentes en cualquier percepción del color (i.e. saturación, tono y luminosidad). Con todos estos elementos, el autor construye una gramática del color. Para hacerlo, toma al rojo, verde y violeta como primarios y, con el método de centros de gravedad de Newton y, conociendo los trabajos empíricos de Maxwell (1855) para determinar las cantidades de color necesarias para obtener determinados colores compuestos, concibe el siguiente espacio (Figura 2):

4 Tomada de Newton (1717/1977)

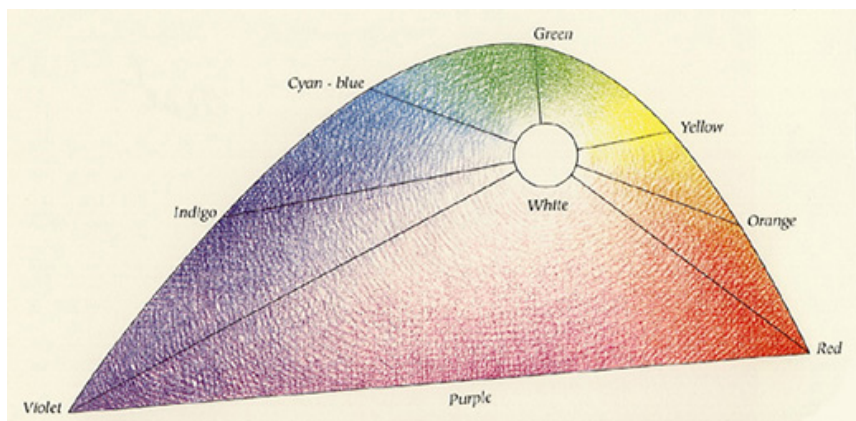


Figura 2<sup>5</sup>. Cartografía de Helmholtz

Finalmente, con esta gramática, Helmholtz se aventura a sugerir una hipótesis fisiológica sobre la visión del color: dado que es posible obtener todos los colores observables a partir de tres colores primarios, entonces podemos suponer que en la retina contamos con tres tipos de fibras, cada una sensible a cierto rango de longitudes de onda y con “picos” de sensibilidad: unas principalmente sensibles a las longitudes de onda correspondientes al rojo, otras a las correspondientes al verde y otras a las correspondientes al violeta. (Cf., Helmholtz, 1962 v. 2, 143 - 144). (Figura 3).

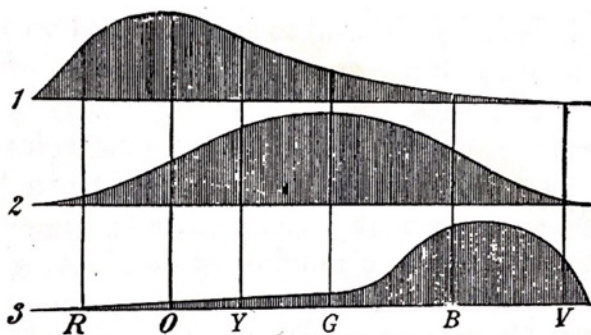


Figura 3. Grados de excitación de los tres tipos de fibras en la retina<sup>6</sup>

A partir de esta hipótesis, Helmholtz logra explicar la cantidad de colores observables: todos se obtienen a partir de la combinación de las sensaciones producidas en los distintos tipos de fibras.

5 Tomada de Helmholtz (1962, v. 2). Como se puede ver, en la cartografía de Helmholtz se abandona la circunferencia de la representación inicial de Newton. Sin embargo, se siguen manteniendo la ley de la combinación de colores y, además, el método de los centros de gravedad.

6 Tomado de Helmholtz (1962, v. 2)



Ahora bien, ¿cómo logra el científico dar cuenta de fenómenos como contrastes simultáneos, imágenes remanentes, constancia del color y el daltonismo? En cuanto al contraste simultáneo, Helmholtz lo caracteriza como una ilusión óptica o un error del juicio. Debido a que nuestra percepción del color es determinada únicamente por el estímulo que están recibiendo las distintas fibras de la retina, no hay nada que pueda explicar la razón por la cual una mancha gris se ve más clara en un campo negro y más oscura en un campo blanco si la naturaleza del estímulo es la misma. Por lo tanto, es la manera cómo juzgamos o hemos aprendido a organizar nuestra percepción la que tiene mayor influencia en nuestros juicios sobre el color; cuando nos equivocamos en estos juicios, es porque hemos hecho “falsas inducciones”. (Cf., Helmholtz, 1962 vol. 2, 285, 295; Helmholtz, 1868/1995, 197).

La constancia del color también es caracterizada por Helmholtz como algo que se ha adquirido a partir de la experiencia: hemos aprendido, en circunstancias normales, a identificar la relación entre la luz o el color que refleja un objeto y la iluminación que recibe dicho objeto. “Esta proporción es la expresión de una propiedad constante en el objeto” (Helmholtz, 1868/1995, 170); a partir de allí, logramos identificar, por ejemplo, que las hojas son verdes, incluso a pesar de los cambios de iluminación durante el transcurso del día. Nuestra capacidad de identificar la constancia del color es, más aún, una muestra de qué tan independiente es nuestro juicio sobre el color de la iluminación actual de los objetos y las sensaciones que éstos pueden producir.

Las imágenes remanentes (o el contraste sucesivo) son, para este autor, producto de la fatiga de las fibras nerviosas que han sido afectadas por un estímulo. Así pues, cuando ciertas fibras de la retina han sido afectadas, la estimulación no sólo persiste un rato después de que la fuente del estímulo ha sido retirada, sino que, además, éstas se toman un rato en recuperar toda su sensibilidad. (Cf., Helmholtz 1962, v. 2, 205, 228, 235). “Después de que la luz ha actuado sobre el ojo, (i) la estimulación continúa un rato y (ii) la sensibilidad al nuevo estímulo es reducida. Que la estimulación deja atrás una condición de sensibilidad reducida para el estímulo es algo que también sucede en los nervios motores y en otros nervios sensoriales. Esta condición es llamada fatiga.” (Helmholtz, 1962, vol. 2, 235). Finalmente, el daltonismo es generado por algún problema o falla en aquellas fibras que son principalmente sensibles al rojo o al verde.

De la metodología seguida por Helmholtz y, además, de las distintas respuestas que su teoría ofrece a los fenómenos mencionados, hay varias cosas que pueden dar pistas para rastrear el origen del posible desacuerdo entre los autores: (i) Helmholtz en un principio trata de explicar lo que más puede a partir de las herramientas y conocimientos de la física para poder formular sus hipótesis fisiológicas; (ii) le da gran importancia a la experiencia y a la labor de la memoria; y (iii) el órgano receptor parece ser *pasivo* frente a los estímulos del mundo exterior: éste sólo cuenta con la capacidad de ser afectado por cierto tipo de estímulos para poder generar cierto tipo de sensaciones, pero no tiene ninguna actividad o respuesta frente a estos estímulos.

## 2.2 — Ewald Hering

Hering se distancia fuertemente de Helmholtz para proponer su teoría. Para él, el fisiólogo debe comenzar su investigación partiendo del color como *cualidad visual*, esto es, como fenómeno psicológico. Así pues, incluso si conocemos aspectos físicos sobre la naturaleza de la luz,



el autor exige poner nuestro conocimiento del mundo entre paréntesis mientras adelantamos la investigación. (Cf., Hering, 1964, 2, 21). Lo que entonces debe investigar a profundidad el fisiólogo son las variables fenomenológicas de la percepción del color y, de allí, deducir el posible correlato fisiológico que debe haber para que dicha percepción sea posible. Para Hering, como ya se había dicho rápidamente, el fenómeno de la conciencia puede llegar a ser considerado como un espejo del mecanismo fisiológico de nuestros órganos sensoriales: la tarea es hacer una psicología fisiológica o, mejor, una fisiología de la conciencia. (Cf., Hering, 1897, 6).

Con este punto de partida, Hering se propone a identificar las variables fenomenológicas con las cuales podemos dar cuenta del color y construir una gramática. “Para una agrupación sistemática de los colores, la única cosa que necesitamos es el color mismo” (Hering, 1964, 25). En ese orden de ideas, lo primero que establece Hering es que los colores pueden ser divididos entre colores cromáticos (los colores del espectro) y colores acromáticos (negro, blanco y la escala de grises). Los colores acromáticos pueden describirse a partir de dos variables opuestas, i.e. blanco y negro. Cualquier color que se encuentre en el intermedio puede descomponerse en tanta cantidad de blanco y tanta de negro. Así las cosas, estos colores pueden representarse en una serie cuyos extremos son el blanco y el negro; la ubicación de todos los grises intermedios puede determinarse si se especifica la cantidad de negro y la cantidad de blanco que tiene cada uno. (Figura 4)

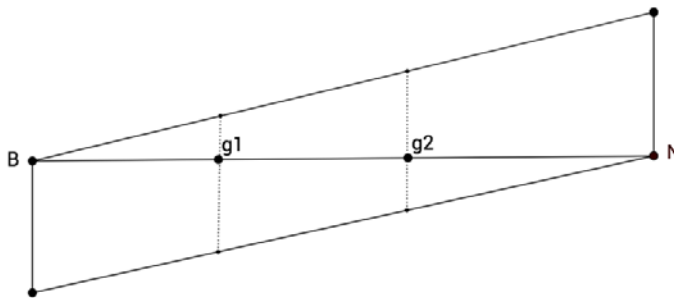


Figura 4. Serie de colores acromáticos<sup>7</sup>

Los colores cromáticos, según Hering, pueden describirse a partir de mínimo cuatro variables: rojo, verde, amarillo y azul. Esto debido a que, fenomenológicamente, estos colores parecen ser primarios o puros. Para defender la prioridad de estos cuatro colores, Hering da el siguiente argumento<sup>8</sup>. Imaginemos que los colores cromáticos son representados en un círculo cerrado de tal forma que haya la menor diferencia posible entre colores adyacentes. Si comenzamos a observar el círculo partiendo del rojo, podemos observar que el rojo poco a poco va adquiriendo algo de amarillo hasta que, finalmente, nos encontramos con un amarillo que pa-

<sup>7</sup> Tomado de Hering (1964)

<sup>8</sup> Estos argumentos pueden considerarse como problemáticos, pues en un principio pueden parecer arbitrarios y como dependientes completamente de la decisión del investigador.

rece no tener rastros de rojo o, mejor dicho, con un amarillo puro. Si continuamos observando los colores del círculo, vamos observando amarillos con alguna cantidad de verde hasta que nos encontramos con un verde puro completamente libre de rastros de amarillo. Al continuar, vemos que el verde va adquiriendo algunos visos de azul y desemboca finalmente en un azul sin ninguna huella de verde. Finalmente, este azul va adquiriendo algunos trazos de rojo, pasa por el morado y finalmente llega a un rojo puro, donde no es posible identificar visos de azul. Con esta observación, para Hering es evidente que podemos describir todos los colores cromáticos a partir del rojo, verde, amarillo y el azul. Sumado a esto, Hering da otra razón para ver estos colores como primarios. Según él, si partimos el círculo de colores cromáticos a la mitad pasando por dos colores primarios como, por ejemplo, el amarillo y el azul, podemos identificar una mitad como una serie de colores que comparten el rojo y la otra como una serie de colores verdosos. Lo mismo sucede si dividimos el círculo pasando por el rojo y el verde. Esto, para Hering, no sucedería si partiéramos el círculo pasando por otros colores distintos de los primarios. (Cf., Hering, 1964, 42 - 43). (Figura 5).

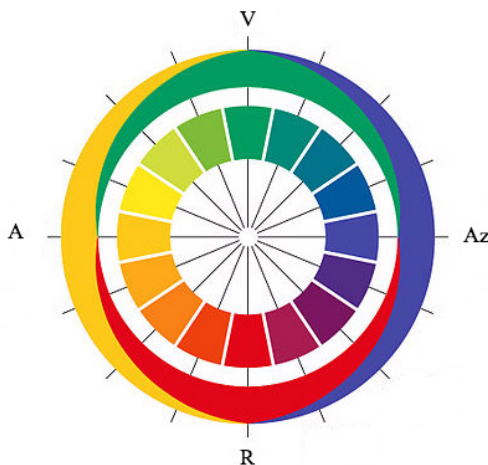


Figura 5. Círculo de colores cromáticos<sup>9</sup>

Adicionalmente, Hering sostiene que los colores se organizan en pares de opuestos: verde-rojo y amarillo-azul. Esto debido a que, según el autor, no es posible partir el círculo a la mitad y explicar las series de colores de cada una de las mitades a partir de los dos colores extremos, pues éstos colores intermedios sólo comparten *una* propiedad cromática: en otras palabras, no es posible describir un color como azul amarilloso o como verde rojizo. El círculo entonces lo podemos concebir como dividido en cuadrantes, cada cuadrante es una serie de colores cromáticos que puede ser descrita con dos variables (las series de los colores rojos amarillos rojos, los colores amarillos verdes, los colores verdes azules y los colores azules rojos). Finalmente, es posible

9 Tomada de Hering (1964).

identificar colores cromáticos *velados*, esto es, colores que pueden estar mezclados con blanco, negro o con algún gris intermedio entre estos. Estos colores velados pueden ser representados como un triángulo, donde uno de los vértices es el color cromático (e.g. rojo) y los otros dos vértices son el blanco y el negro. (Figura 6). Si juntamos estas distintas representaciones (el círculo de color, la serie de colores acromáticos y el triángulo de colores velados), podemos obtener un espacio de color como el representado en la figura 7.

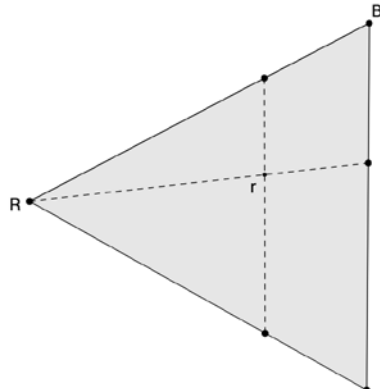


Figura 6. Triángulo de colores velados<sup>10</sup>



Figura 7. Espacio de color

Como se puede ver, Hering construye una gramática en la cual da cuenta de cómo se relacionan y se organizan los colores a partir de seis variables que, según él, son puramente fenomenológicas. Éstas se organizan en tres pares de opuestos: negro-blanco, rojo-verde y amarillo-azul. Desde esa construcción, Hering formula su hipótesis fisiológica: si fenomenológicamente identificamos estas seis variables y, además, vemos que éstas están organizadas en pares de opuestos,

<sup>10</sup> Tomada de Hering (1964)

entonces nuestro aparato receptor debe contar con tres mecanismos, cada uno correspondiente a una relación de oposición. Cada mecanismo consiste en procesos de asimilación y des-asimilación (o como valencias opuestas), los cuales son controlados por procesos de *auto-regulación* y de *interacción recíproca* de la retina de nuestro aparato receptor frente a los diversos estímulos del mundo exterior. (Cf., Hering, 1964, 107-113, 173). Los colores corresponden a las *proporciones* entre estos procesos antagonistas que se dan en nuestro aparato visual.

Ahora, ¿cómo logra Hering explicar otros fenómenos como la constancia del color, las imágenes remanentes, el contraste simultáneo y el daltonismo? Acá podemos ver una gran diferencia con Helmholtz: no sólo estos fenómenos se logran explicar a partir de aspectos fisiológicos, sino que, además, involucran una *actividad* por parte del órgano receptor. En cuanto al contraste simultáneo, Hering sostiene que esto se debe a la interacción recíproca entre las distintas regiones la retina (o del campo visual *somático*). Según el autor, si cierta parte de la retina es estimulada de tal forma que la asimilación sea mayor que la desasimilación, i.e.  $A > D$ , (o viceversa,  $A < D$ ), esto induce en los alrededores de la parte estimulada un incremento en los procesos de desasimilación y una reducción en los procesos de asimilación (o viceversa); esto con el propósito de asegurar el equilibrio de todo el campo somático (Cf., Hering, 1964, 173). Una explicación muy similar es ofrecida para la constancia del color. Gracias a la capacidad auto-reguladora de nuestro aparato receptor frente a los cambios en la estimulación, las razones o proporciones entre los procesos de asimilación y desasimilación de mantienen siempre y cuando la iluminación sea apropiada. Así pues, si la proporción entre asimilación y desasimilación se mantiene, el correlato fenomenológico o psicológico también sigue siendo el mismo, explicando así el hecho de que los objetos siguen manteniendo su color incluso a pesar de los cambios de iluminación. (Cf., Hering, 1964, 116, 140). El fenómeno de imágenes remanentes se explica, igualmente, por un mecanismo de auto-regulación del aparato visual: en el momento en el que un estímulo genera un proceso de desasimilación o asimilación [*D-stimulus* o *A-stimulus*], la disposición hacia el mecanismo contrario se aumenta [*D-* o *A-disposition*]; así pues, si se detiene el estímulo, habrá una sensación contraria que da cuenta de esta tendencia de nuestro aparato receptor, el cual está buscando reestablecer el equilibrio que fue afectado. (Cf., Hering, 1964, 111-112). Finalmente, el daltonismo se explica por algún defecto en el proceso encargado de la oposición rojo-verde.

De la metodología en la investigación de Hering y de su hipótesis fisiológica para poder explicar la visión del color, podemos resaltar varias cosas que pueden dar pistas sobre el corazón de la controversia: (i) Hering se abstiene de utilizar herramientas de la física y de la química para poder explicar el fenómeno de la percepción visual y parte, más bien, de aspectos fenomenológicos; (ii) Hering concibe al organismo como activo frente a los estímulos del mundo exterior y con mecanismos de auto-regulación que buscan siempre mantener el equilibrio alterado por los estímulos recibidos; (iii) Hering asume que hay una conexión casi “necesaria” entre los fenómenos de la conciencia y un sustrato fisiológico, y partiendo de esta presuposición formula toda su teoría: “yo procedo bajo la suposición de que todo color está relacionado mediante leyes a procesos específicos de la sustancia nerviosa del sistema sensorial. Pues sin la suposición de esta relación legaliforme, sería inútil hacer del fenómeno sensorial un objeto de estudio fisiológico.” (Hering, 1964, 106).

### 3 — Conclusión

Al ver las diferencias entre las teorías propuestas por Helmholtz y Hering, el orden como llevaron a cabo sus investigaciones y la manera como respondían a ciertos problemas dentro de la visión del color, es posible poner en duda la caracterización del conflicto como un debate entre empirismo vs innatismo. Aunque sí vemos que en Helmholtz hay una mayor tendencia al empirismo y en Hering al innatismo, si tenemos en cuenta lo que se ha expuesto, podemos considerar la controversia como una discusión generada por presuposiciones mucho más profundas.

Durante la segunda mitad del siglo XIX, la fisiología en Alemania estaba sufriendo una transformación: posturas vitalistas estaban tratando de ser superadas y programas para reducir la fisiología a la física y a la química estaban surgiendo. Helmholtz era precisamente uno de los mayores exponentes de este nuevo programa. (Cf., Cranefield 1957; Temkin 1946). Para el autor, a la hora de explicar fenómenos de percepción, el organismo debía ser concebido como un cuerpo pasivo que simplemente contaba con la capacidad de ser afectado por ciertos estímulos para generar una sensación determinada. Ahora bien, Hering también podía ser considerado como un fisiólogo que evitaba apelar a fuerzas vitales en sus investigaciones. No obstante, por principio metodológico, se resistía fuertemente al programa reduccionista sugerido por Helmholtz. Este autor aceptaba el hecho de que muchos de los avances en fisiología se debían a la adopción de los métodos rigurosos de experimentación y las herramientas matemáticas utilizados en química y física. Sin embargo, de allí no se seguía que los fenómenos vitales y los fenómenos no-vitales fuesen exactamente de la misma naturaleza. En 1900, después de la muerte de Helmholtz, Hering hace la siguiente afirmación:

la vida sigue el siendo el mismo acertijo sin resolver como lo era cuando la denominada concepción mecánica del fenómeno vital superó a la concepción vitalista [...]. En cualquier punto al cual ha penetrado la investigación física o química del organismo, siempre se ha encontrado, tarde o temprano, con la acción misteriosa de la substancia vital de aquellos organismos elementales que componen al cuerpo animal y humano. (Hering, 1900, 170).

Según Hering, el dogma de reducir y explicar el fenómeno vital en términos físicos y químicos podía llegar a ser igual de peligroso a las posturas vitalistas que en un principio pretendían criticar. (Cf., Hering, 1900, 70).

Creo que fueron estas diferencias las que yacían en el fondo del desacuerdo. Considero valioso ver la controversia en estos términos, pues permite dar cuenta de los motivos por los cuales los autores siguieron un determinado camino en sus investigaciones y por qué priorizaron ciertos elementos: Helmholtz dio mucha importancia a los avances en física y a las herramientas que ésta le proveía para poder formular sus hipótesis; Hering priorizó la fenomenología del color para derivar correlatos fisiológicos. Así las cosas, con estos nuevos lentes para entender el conflicto, de pronto lograremos entender mejor las discusiones e incluso ubicar de manera más adecuada a los dos autores en el ambiente científico en el que se encontraban.

## BIBLIOGRAFÍA

- CRANFIELD, PAUL F. "The Organic Physics of 1847 and the Biophysics of Today". *Journal of the history of medicine and allied sciences*, 12, pp. 407-423, 1957
- GRASSMANN, HERMANN. "On the Theory of Compound Colours". *Philosophical Magazine Series 4*, 7, (45), pp. 254-264, 1854
- HERING, EWALD. *On Memory and the Specific Energies of the Nervous System*. Chicago: The Open Court Publishing Company, 1897
- HERING, EWALD. "On the theory of nerve activity". *The Monist*, 10, (2), pp. 167-187. 1900.
- HERING, EWALD. *Outlines of a theory of light sense*. Cambridge (Mass): Harvard University Press, 1964
- HELMHOLTZ, HERMANN VON. "The Recent Progress of the Theory of Vision". *Science and Culture: Popular and Philosophical Essays*. Chicago: The University of Chicago Press, 1868/1995
- HELMHOLTZ, HERMANN VON. "The Facts of Perception". *Science and Culture: Popular and Philosophical Essays*. New York: Dover Publications Inc. 1878/1995
- HELMHOLTZ, HERMANN VON. *Treatise on Physiological Optics* (Vol. 1-3). New York: Dover Publications, Inc. 1962
- MAXWELL, J. C. "Experiments on colour as perceived by the eye." *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 21, (2), pp. 275-298. 1855
- NEWTON, ISAAC. *Óptica, o tratado de las reflexiones, inflexiones y colores de la luz*. Madrid: Ediciones Alfaguara, 1717/1977
- PARSONS, JOHN HERBERT. *An introduction to the study of colour vision*. Cambridge: Cambridge University Press. 1915
- TEMKIN, OWEN. "Materialism in French and German Physiology of the Early Nineteenth Century". *Bulletin of the History of Medicine*, 20, pp. 322-327, 1946
- TURNER, R. STEVEN. *In the Eye's Mind: Vision and the Helmholtz-Hering Controversy*. Princeton: Princeton University Press, 1994
- YOUNG, THOMAS. "On the Theory of Light and Colours". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 92, pp. 12-48, 1802