

VISIÓN DEL COLOR

AUTOR

Kathryn Saunders: Universidad de Ulster, Irlanda del Norte

PAR REVISOR

Tim Fricke: Universidad de Melbourne, Melbourne, Australia

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se aborda el estudio de la evolución de la visión de color normal y explora la fisiología subyacente en el desarrollo de la sensibilidad al color en la infancia.

VISIÓN DEL COLOR AL NACIMIENTO

Al igual que con muchas de las funciones que se han examinado, se sabe por estudios empíricos que la sensibilidad al color es deficiente en el nacimiento y que el sistema visual del niño no es capaz de diferenciar entre los colores de la misma manera que los adultos. Los primeros investigadores postularon que esto podría deberse a que los conos sensibles al color pueden estar ausentes o demasiado inmaduros, o que el canal post-receptor necesario para procesar la sensibilidad al azul/amarillo está ausente o inmaduro.

Los estudiantes deben tener presente la teoría tricromática de Young-Helmholtz y el trabajo de Hering quien introdujo el concepto de un sistema de oposición en la visión del color. Para resumir, el sistema visual humano adulto tiene tres clases diferentes de conos fotorreceptores, cada uno de los cuales tiene una sensibilidad máxima para una región específica del espectro electromagnético visible. Los tres tipos de conos son, aquellos sensibles a longitudes de onda más largas (máxima absorción de longitudes de onda de 558 nm) - indicados en la figura 7.1 como 'R' o conos sensibles al rojo, los sensibles a longitudes de onda media (máxima absorción de longitudes de onda de 531 nm) - denota 'G' o sensibles al verde, y los que son sensibles a longitudes de onda cortas (máximo de absorción de longitudes de onda de 419 nm) - 'B' o sensibles al azul. Las respuestas producidas a partir de estos tres tipos de conos de sensibilidad diferente, serán diferentes en magnitud, en función de la longitud de onda de la luz que incide sobre la retina. Las respuestas se codifican y se introducen en dos canales de color oponente - rojo contra verde (R / G) y azul contra amarillo (B / Y). También hay un canal de luminancia. El modelo Young-Helmholtz/Hering (fig. 7.1) propone que el canal de oposición R / G se forma antes que para el azul frente a amarillo, lo que se produce a nivel de las células ganglionares.

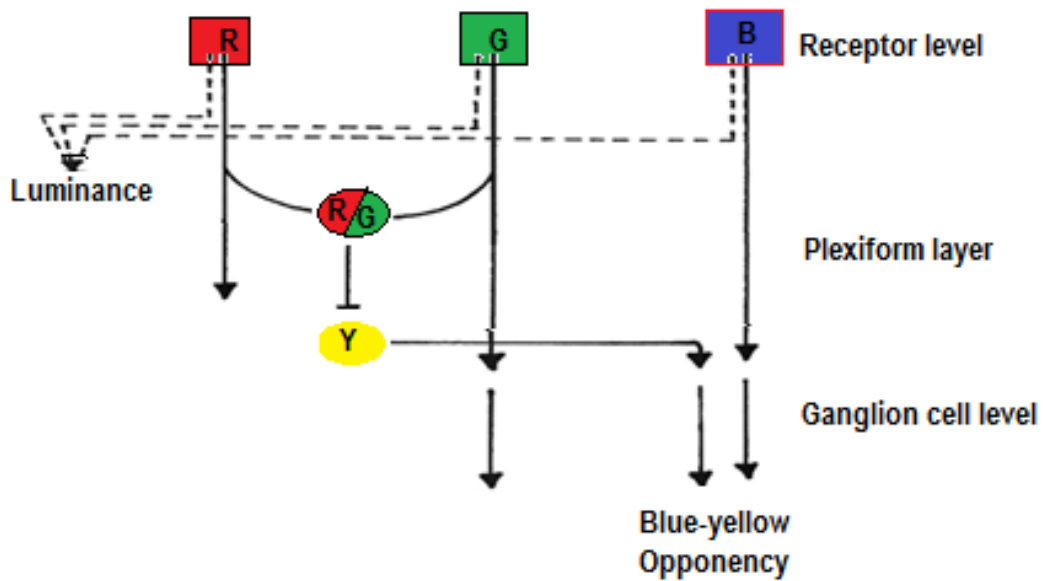


Figura 7.1 Modelo de Young-Helmholtz/Hering

VISIÓN DEL COLOR EN LA INFANCIA

Los científicos de la visión han utilizado las técnicas de MP para evaluar e investigar la sensibilidad al color en la infancia. La figura 7.2 ilustra cómo los colores de diferentes longitudes de onda (λ) se pueden presentar al bebé. Si el bebé es incapaz de diferenciar entre λ y $\Delta\lambda$, la pantalla 1 y la pantalla 2 se verá igual. Si es sensible a la diferencia entre las longitudes de onda que se presentan, la pantalla 2 que contiene un estímulo más interesante visualmente, debería provocar una respuesta preferencial. Tenga en cuenta que en un verdadero montaje experimental, el número de cuadros en la pantalla serían mucho más de cuatro. Tanto los estímulos de tablero de ajedrez como de rejilla se pueden utilizar en tales experimentos.

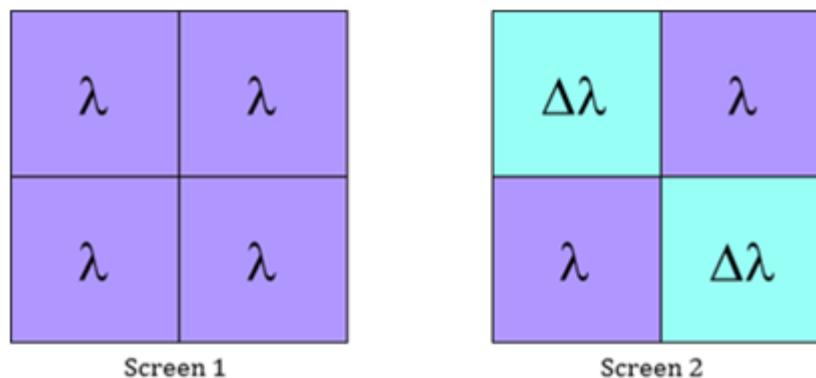


Figura 7.2 Representa cómo los colores de diferentes longitudes de onda pueden ser presentados

Como con cualquier montaje experimental de MP, es vital que la única diferencia entre las dos pantallas que se presentan al bebé sea la variable que el investigador está interesado en evaluar. El examinador debe garantizar que λ y $\Delta\lambda$ sólo se diferencien en términos de la longitud de onda y que sean isoluminantes (fig. 7.3). De lo contrario el bebé puede percibir el tablero de ajedrez debido a la alternancia de luminancia de los parches, en lugar de la variación en la longitud de onda.

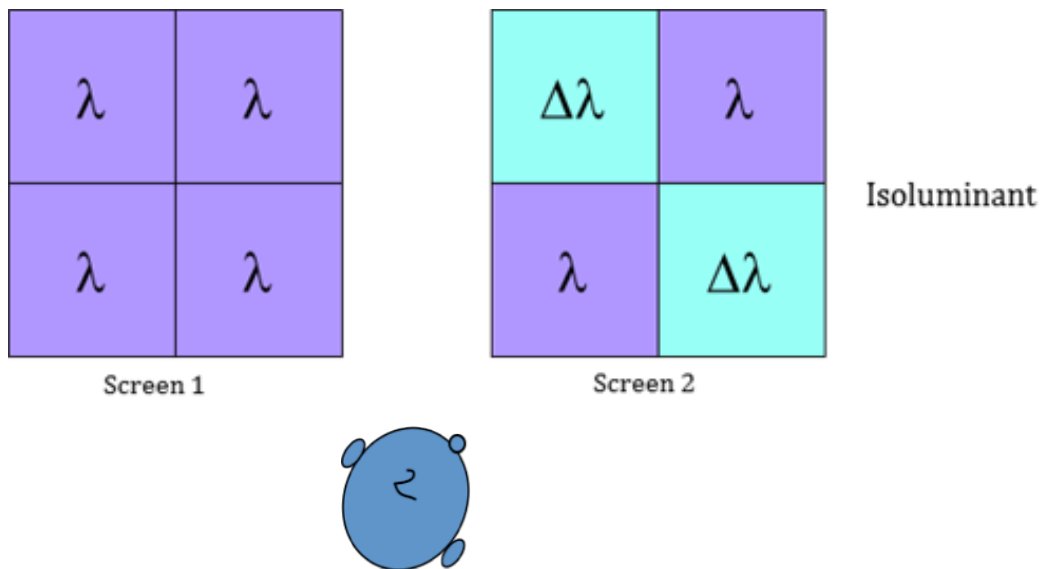


Figura 7.3 El examinador debe asegurarse de que $\Delta\lambda$ y λ sólo difieren en términos de longitud de onda y que son isoluminantes

Debido a que el sistema visual del bebé no puede percibir diferencias de luminancia como el adulto, los examinadores en la evaluación de discriminación de los colores primero deben investigar la sensibilidad de luminancia con el fin de asegurarse de que en la presentación de estímulos de color, la luminancia es percibida por el niño como igual y que la longitud de onda es la única variante (figura 7.4).

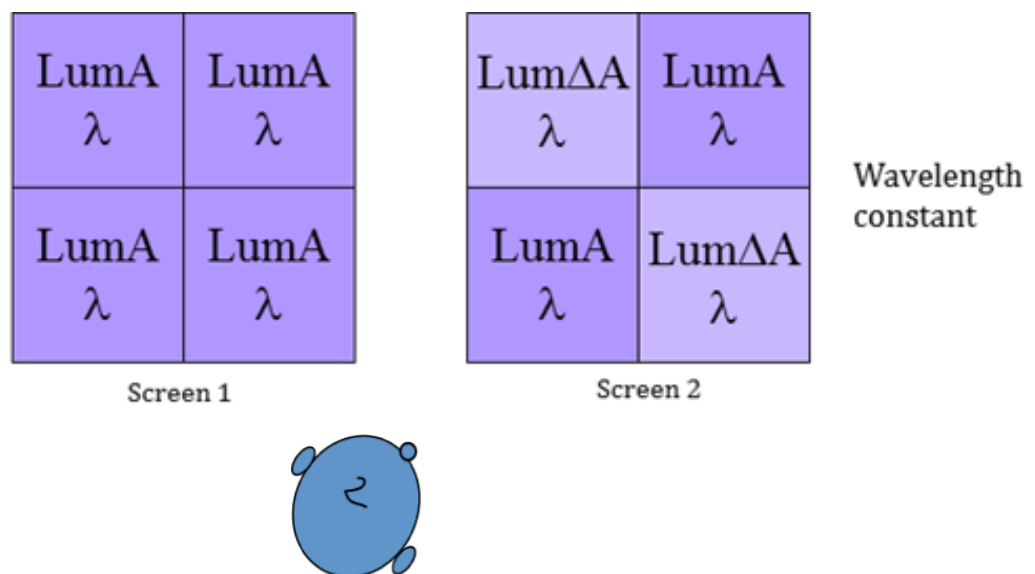


Figura 7.4 Muestra la respuesta esperada de un infante que tiene la capacidad de discriminar entre $\Delta\lambda$ y λ

La figura 7.5 muestra la respuesta esperada de un bebé capaz de discriminar entre λ y $\Delta\lambda$. La magnitud de la diferencia de longitud de onda a continuación, se puede variar sistemáticamente para derivar un umbral que refleje la sensibilidad del bebé. Obviamente, la pantalla en la que se presentan λ y $\Delta\lambda$ se varía al azar entre las pantallas 1 y 2; y el observador (experimentador) no debe saber en qué pantalla está apareciendo el estímulo. La determinación de la preferencia de la fijación del niño se realizará exclusivamente basándose en los movimientos de los ojos del mismo.

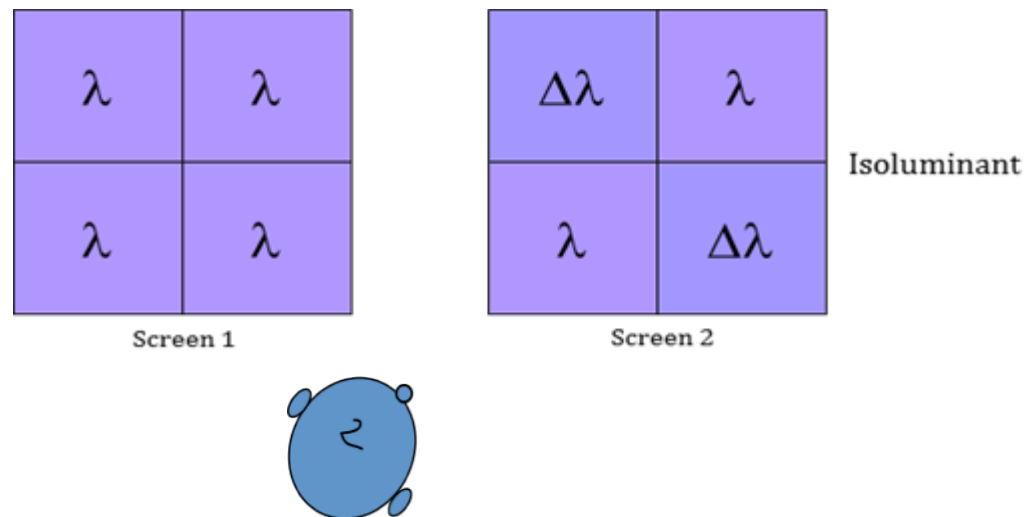


Figura 7.5 Imagen en la cual la presentación de λ y $\Delta\lambda$ es variada al azar entre las pantallas 1 y 2 y el observador (experimentador) no sabe en cuál de las pantallas se está presentando el estímulo.

DESARROLLO DE LA VISIÓN DEL COLOR

Adams y colaboradores (1994) han utilizado técnicas de mirada preferencial para evaluar la maduración de discriminación de los colores en la infancia humana. Su trabajo demostró que los recién nacidos no son "ciegos al color", como a menudo se supone. Ellos son capaces de discriminar longitudes de onda rojas (largas), pero no son buenos para discriminar otras longitudes de onda de fondos isoluminados acromáticos.

Al mes de vida la discriminación de las longitudes de onda más corta (azul, verde) ha mejorado, pero la discriminación de longitudes de onda amarilla sigue siendo deficiente hasta cerca de las 18 semanas de edad. A esta edad, las respuestas a todas las longitudes de onda son aproximadamente como en el adulto y se puede decir que el procesamiento del color del bebé humano es como el del adulto (Tabla 7.1).

Tabla 7.1 Estado del desarrollo de la percepción de la visión del color en relación con la edad del infante

Edad	Estado del desarrollo
Recién nacido	Mejor discriminación de las ondas largas
1 mes	Mejora la discriminación de las λ s cortas, amarillo aún deficiente
3 meses	Discriminación del rojo, Amarillo y azul

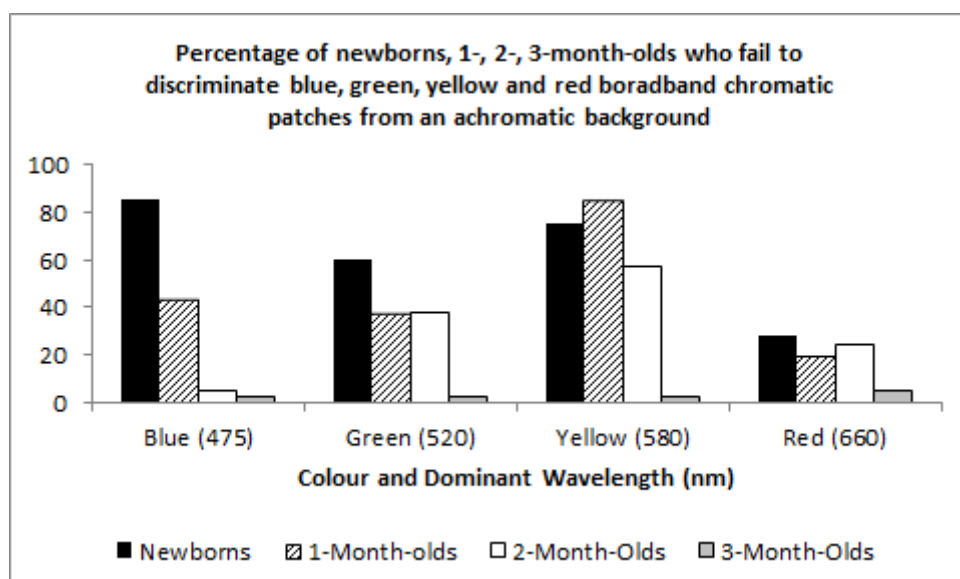


Figura 7.6 Periodos de tiempo en los cuales cursa el incremento de la sensibilidad para las diferentes longitudes de onda

Estos datos de Adams et al (Fig. 7.6) ilustran periodos de tiempo en los cuales cursa el incremento de la sensibilidad para las diferentes longitudes de onda. La sensibilidad del niño más madura en edad temprana es a longitudes de onda corta y larga, con longitudes de onda media (color amarillo) las últimas en ser discriminadas sistemáticamente de un fondo acromático.

A las 18 semanas de edad posnatal (aproximadamente tres meses), el trabajo de Adams demuestra que los bebés están presentando sensibilidad tricromática como los adultos a los estímulos de color.

RAZONES QUE SUSTENTAN LA DEFICIENTE VISIÓN DEL COLOR EN EL NACIMIENTO	<p>Se han propuesto y discutido varias teorías para explicar los malos resultados en este dominio en el nacimiento y el aumento rápido, pero, diferente en la sensibilidad a diferentes longitudes de onda durante la infancia temprana.</p> <p>Aquí se explican cuatro propuestas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de un tipo de cono • Ausencia de los canales post- receptores • Ineficiencia visual • Mayor funcionabilidad bastones
AUSENCIA DE UN TIPO DE CONO	<p>Dada la conocida falta de madurez de la forma y la distribución de los conos de la retina en el nacimiento, la sugerencia de que la visión del color es deficiente debido a la falta de un tipo de cono al nacer, es una posibilidad aunque no se sabe con certeza. Sin embargo, si este fuera el caso, sería de esperar que los datos experimentales mostraran un déficit en particular en relación con uno de los tipos de conos, y si este no fuera el caso - la sensibilidad a cualquier longitud de onda sería deficiente al nacer.</p>
AUSENCIA DE LOS CANALES POSRECEPTORES	<p>El canal de oposición azul/amarillo se produce más allá del nivel receptor, en la capa de células ganglionares y requiere de la colaboración de los conos sensibles a las longitudes de onda corta (B), media (G) y los sensibles a las largas (R). Los datos empíricos describen una evolución en el tiempo más lenta para el desarrollo de la sensibilidad a las longitudes de onda de color amarillo. Podría postularse la teoría de que es debido a la demora en el desarrollo del canal post-receptor requerido para la oposición azul/amarillo y la maduración de la discriminación sensible al amarillo a partir de estímulos acromáticos.</p>
INEFICIENCIA VISUAL	<p>El sistema visual infantil es fisiológica y anatómicamente inmaduro en los primeros meses de vida y esta inmadurez tendrá un impacto en la eficiencia con la cual la luz llega a la retina y es procesada por los receptores de la retina. La inmadurez óptica, los conos más cortos, gruesos y la pérdida post-receptor generalizada, contribuirán a la reducción de la sensibilidad en el sistema visual. Es probable que esto impacte en la capacidad del niño para hacer discriminaciones finas entre las diferentes longitudes de onda.</p>
INCREMENTO FUNCIONAL DEL BASTÓN	<p>A pesar de que se ha sugerido para la visión neonatal un mayor papel de fotorreceptores tipo bastón (que repercutiría en la discriminación de color como fotorreceptores que son esencialmente "ciegos al color"), esto es poco probable y tiene poco apoyo de los datos anatómicos.</p> <p>Lo más probable es que tanto la inmadurez/ausencia de mecanismos post-receptor y la ineficiencia visual cuentan como principales causales de la deficiente discriminación de los colores que se demostró en la infancia temprana.</p>