

Ser daltónico para ver más. Hipótesis para explicar las ventajas evolutivas de ser daltónico.

J. Ángel Menéndez Díaz
angelmd@incar.csic.es

Resumen

El que aproximadamente un 8% de la población mundial sea daltónica, parece un porcentaje demasiado elevado como para considerar el daltonismo como un defecto genético. En realidad, esta diferencia genética, que conlleva el “problema” de tener una peor visión, o una visión diferente del espectro de colores; ha de tener, sin duda, algún tipo de compensación y reportar algún tipo de beneficio o ventaja a los individuos que la presentan. De otra forma, el porcentaje de daltónicos debiera ser mucho menor, al igual que sucede con todas las anomalías genéticas que no conllevan beneficios. Estas posibles ventajas compensatorias, o las implicaciones que el daltonismo pueda tener en los individuos que lo padecen, apenas han sido objeto de estudio. Los pocos trabajos que hay al respecto aluden a la posibilidad de que los daltónicos sean capaces de distinguir mejor el camuflaje; lo que, en principio, tampoco parece una compensación muy obvia. En este artículo se apuntan algunas hipótesis (no comprobadas) que podrían explicar donde radica ese efecto de compensación y las posibles ventajas evolutivas que el daltonismo pudiera aportar a los individuos que lo presentan.

A modo de introducción

El daltonismo es un “defecto” genético que ocasiona dificultades para distinguir ciertos colores. Su origen se encuentra en una variación con respecto a los individuos “normales” de los fotorreceptores de la retina. Fue el químico inglés John Dalton, quien publicó el primer artículo científico sobre el tema en 1798 [1] al darse cuenta de su propia

dificultad para distinguir los colores. Debido a este trabajo de Dalton, esta diferencia genética se conoce como daltonismo.

Las células de la retina que reaccionan a la luz son de dos tipos: bastones y conos. De forma simplificada: la misión de los bastones es la de percibir el contraste, mientras que los conos hacen posible la visión de los colores. Existen tres tipos de conos según la sensibilidad a la luz de los fotorreceptores que poseen, siendo éstos sensibles al rojo, verde y azul (RGB, del inglés: red, green, blue) (Figura 1). Tanto conos como bastones se conectan con el cerebro, que es donde tiene lugar la interpretación del color, mediante el nervio óptico. Así, la combinación de estos tres colores básicos permite diferenciar numerosos tonos de colores. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los colores no son algo objetivo, sino la interpretación que hace el cerebro de los estímulos que reciben los conos debido a las ondas electromagnéticas con frecuencias máximas en torno a estos tres colores primarios.

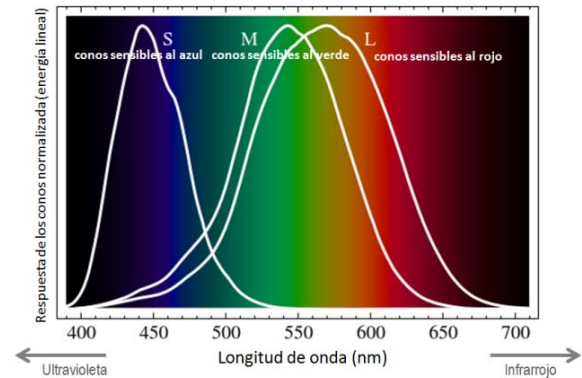


Figura 1. Espectros de respuesta normalizada de los conos humanos. Los conos L (longitud de onda larga), asociados a los receptores rojos, presentan un máximo en la región de color amarillo verdoso del espectro. Del mismo modo, los conos S (longitud de onda corta) y M (longitud de onda media) no se corresponden exactamente con el azul y el verde, a pesar de que se asocian a estos colores. (Imagen adaptada de Wikimedia Commons)

Existen diferentes tipos de individuos daltónicos según el tipo de cono, o conos, donde se presentan las diferencias. Los individuos acromáticos no presentan, o tienen anomalías en los tres tipos de conos, siendo

éstos un caso muy raro (1 de cada 100.000 personas). Los monocromáticos poseen únicamente uno de los tres fotorreceptores existentes en los conos por lo que la visión del color es muy limitada. Este es otro tipo de daltonismo también muy raro. Por otro, lado el dicromatismo se da cuando no existe uno de los tres tipos de fotorreceptores o la disfunción en uno de ellos es importante. Esta diferencia es hereditaria y se da en una proporción mucho mayor. El dicromatismo se divide a su vez en: protanopia, anomalías en los fotorreceptores del rojo; deuteranopia, anomalía en los fotorreceptores del verde y tritanopia, anomalía en los fotorreceptores del azul. Este último caso es mucho más raro que los dos anteriores. Otro tipo de daltónicos son los tricromáticos anómalos, que es el grupo más abundante dentro de los daltónicos. En este caso los individuos poseen los tres tipos de conos pero con alguna disfunción moderada en alguno de ellos, lo que les dificulta la percepción de ciertos colores. De forma similar a los dicromáticos, los tricromáticos anómalos pueden dividirse en protoanómalos, deuteranómalos y tritanómalos.

Los genes que producen los fotorreceptores radican en el cromosoma X. Por eso el daltonismo en los hombres se da con una probabilidad más alta que en las mujeres, ya que los hombres sólo tienen un cromosoma X; mientras que en las mujeres, que poseen dos, un gen funcional en sólo uno de ellos es suficiente para evitar el daltonismo.

El porcentaje de daltónicos en la población mundial es de aproximadamente un 8% de la población masculina y un 0,5% entre las mujeres [2,3]. Además, este porcentaje se encuentra en un claro ascenso, especialmente en la población europea [3], lo que se atribuye a una relajación en la selección natural debido al progreso de la civilización. Sin embargo, esto también podría considerarse como una mejor adaptación al entorno tecnológico. Argumento con el que no parece estar de acuerdo uno de los artículos [2], donde el autor pronostica una reversión en este aumento de daltónicos debido a: “... los peligros del tráfico y a que la seguridad

depende de las luces rojas de freno y las señales rojas, ámbar y verde de los semáforos...”. Sin embargo, lo que el autor parece obviar en esta argumentación es que daltonismo y estupidez no necesariamente han de ir unidos. Así, pese a que en algunos países a los daltónicos no se les permite obtener el permiso para conducir, saber la posición de las luces de un semáforo o ver las luces de freno no supone ningún tipo de problema para un daltónico. De hecho, quizá inconscientemente presten más atención a estos códigos de colores que el resto de población; precisamente por el hecho de tener dificultad para distinguir los colores (ver más adelante).

La cuestión es que, cualquier característica genética recesiva que persiste en un nivel tan alto, se considera que debe tener algún tipo de ventaja evolutiva en el largo plazo. Es decir los daltónicos debieran tener algún tipo de ventaja evolutiva sobre el resto de individuos “normales” ya que de no ser así se hubiesen extinguido, o estarían prácticamente extintos, y no podrían estar presentes en la población en un porcentaje tan relativamente alto. Ahora bien, ¿cuál es esa posible ventaja evolutiva?, ¿qué ventaja puede tener el hecho de no distinguir bien todos los colores?

Lo cierto es que existen pocos estudios donde se aborde el daltonismo y sus implicaciones. Puesto que se considera un “problema menor”, no parece haber un gran interés por estudiar cómo puede influir en los individuos que lo presentan. La cuestión a plantear, sin embargo, podría ser otra bien distinta. Si realmente un 8% de daltónicos en el mundo, y a lo que parece, con una mayor incidencia en las sociedades más tecnológicas [2,3], es una cifra demasiado elevada como para considerarlo un simple azar genético y realmente representa algún tipo de ventaja; quizá sea de interés indagar en qué tipo de ventaja puede aportar y si ésta (o éstas) pudiera ser de interés para los individuos “normales”.

De hecho, evolutivamente hablando, las especies tetracromáticas (con cuatro tipos de conos diferentes) como algunos pájaros,

reptiles, peces e insectos; son más antiguas que las tricromáticas, como los humanos y algunos primates; o las dicromáticas como la mayoría de los mamíferos [3]. Así pues, la pérdida de capacidad para distinguir una gran cantidad de colores parece ser una característica evolutiva y no al contrario.

En realidad, quizá la palabra ventaja no sea la más apropiada; se trataría más bien de un efecto de compensación. Es decir, no distinguir un amplio espectro de colores puede suponer un problema en determinadas ocasiones, pero esto mismo podría suponer una ventaja en según qué circunstancias. En cualquier caso, se trata de no considerar al daltonismo como una “enfermedad genética” [5], sino como una diferencia genética que tal vez pudiera aportar algún tipo de ventaja genética.

En lo que sigue, me permitiré exponer algunas hipótesis que podrían explicar donde radica estas ventajas evolutivas que, de alguna forma, compensarían la desventaja que supone el no distinguir bien los colores.

Teoría de la mayor capacidad para distinguir el camuflaje

Durante la Segunda Guerra Mundial se desarrolló la teoría de que las personas afectadas de daltonismo detectaban mejor el camuflaje. Parece ser que aquella teoría no estaba equivocada [6] y en el año 2005 un grupo de investigadores de la universidad de Cambridge descubrió que algunos daltónicos tienen mayor sensibilidad para detectar ciertos colores combinados [7]. El estudio puso de manifiesto que, en situaciones donde el color verde predomina y existen varios tonos del mismo, los deuteranómalos son capaces de distinguir entre pares de colores que para el resto de personas parecen idénticos. Esto, teóricamente, podría suponer una ventaja a la hora de descubrir presas o depredadores en entornos de camuflaje, lo cual podría haber supuesto una cierta ventaja en las sociedades primitivas.

A raíz de este descubrimiento se han desarrollado ciertos test inversos de daltonismo (Figura 2), en los cuales los individuos daltónicos son capaces de ver figuras o letras que los individuos “normales” no pueden distinguir. Esto resulta mucho menos frustrante para los daltónicos que el test tradicional de Ishihara [8], basado en cartas compuestas de puntos de varios colores en las que el individuo “normal” es capaz de distinguir ciertos números que el individuo daltónico es incapaz de ver. Posiblemente esta haya sido una de las causas para considerar el daltonismo como una desventaja general respecto a la mayoría; en vez de explorar si existe también algún aspecto ventajoso.

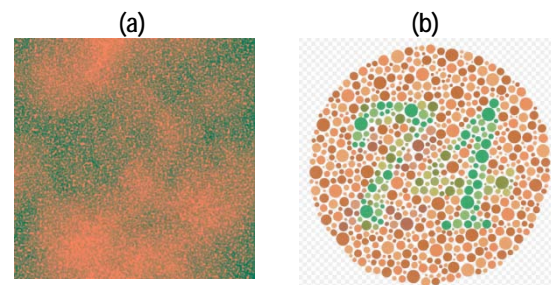


Figura 2. (a) Ejemplo de test inverso de daltonismo. Los daltónicos ven un círculo, los individuos “normales” no ven nada [9]. (b) Carta del test de Ishihara [8]. Los individuos con visión “normal” deberían ver el número 74. Los daltónicos tricromáticos el número 21; mientras que los acromáticos no verían nada. (Imagen de Wikimedia Commons)

En cualquier caso, la posibilidad de detectar mejor el camuflaje se me antoja una ventaja muy poco decisiva. Posiblemente deba de haber alguna otra más y, quizá más importante, que explique el “éxito” evolutivo de los daltónicos.

Teoría de la mujer con súper-visión en colores

Dado que el daltonismo implica alteraciones en el cromosoma X se ha especulado que algunas mujeres con un cromosoma X normal y el otro alterado; es decir aquellas que son portadoras del daltonismo, podrían ser tetracromáticas y presentar, además de los

tres tipos de conos normales, un cuarto tipo de cono funcional con la alteración que portan. De ser esto cierto, el espectro de colores que son capaces de distinguir estas personas tetracromáticas sería mucho más amplio que en el caso de las tricromáticas pudiendo diferenciar millones de colores más que los individuos “normales” [10]. Pese a que se especula que hasta un 3% de mujeres podrían presentar esta asombrosa capacidad para ver millones de colores, lo cierto es que solo se ha reportado un caso de una mujer con visión tetracromática [11]. Por otro lado, este particular tipo de “daltonismo a la inversa” es difícil de detectar dado que, al igual que en cualquier otro caso de daltonismo, los individuos que lo presentan ven el mundo de una manera perfectamente normal y sin ser muy conscientes de que la percepción de otros individuos pueda ser diferente.

Esta posibilidad de que existan mujeres con una inusitada capacidad para distinguir millones de colores diferentes quizá sí represente una compensación evolutiva. Sin embargo, tampoco parece ser lo suficientemente importante como para justificar la importante población daltónica. Sobre todo si el argumento es que el distinguir una gran variedad de colores no es algo realmente vital para la especie humana.

Las siguientes hipótesis, hasta donde yo conozco, no se han comprobado y bien pudieran ser completamente falsas. Responden únicamente a un ejercicio de imaginación, eso sí, no exento, pienso, de una cierta lógica.

Hipótesis de la auto-cromoterapia

Esta es quizá una hipótesis menos plausible que las teorías anteriormente expuestas, en tanto y cuanto los efectos de la cromoterapia son también discutibles. Sin embargo, podría ser una posibilidad a considerar.

De acuerdo con la cromoterapia, los colores ejercerían influencias emocionales en las personas, permitiendo generar un estado que facilite la sanación de enfermedades y

restablecer los desequilibrios que producen dichos padecimientos. También pueden influir en los estados de ánimo del individuo. De hecho, se ha comprobado que el color rojo tiene efectos excitantes o estimulantes, mientras que el verde resulta más tranquilizante y relajante [12].

La cuestión es que si los individuos daltónicos perciben los colores de una forma diferente al resto de individuos (Figura 3), la influencia emocional que ejercen los colores en los individuos daltónicos pudiera de ser diferente a la que tienen en el resto de la población. Ciertamente, resulta difícil de intuir que tipo de ventaja podría tener esto. Sin embargo, si se acepta la cromoterapia, tampoco se puede descartar que no tenga ninguna.

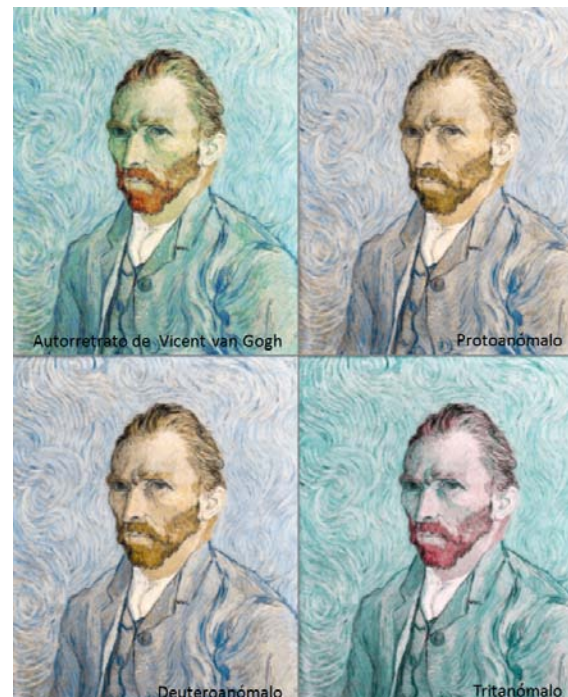


Figura 3. Ejemplo de simulación de cómo son percibidos los colores por individuos con visión “normal” (superior izquierdo) y con distintos tipos de daltonismo [13].

Hipótesis de la cautela

Prácticamente casi todos los códigos de colores están basados en el rojo y el verde. Con muy poca consideración, por cierto, hacia la población daltónica.

El hecho de asociar el rojo, y en ocasiones el amarillo, con lo peligroso y el verde con lo seguro es algo casi universal y posiblemente ancestral. Probablemente esto se debe a que además del fuego, existen muchas plantas y animales que presentan estos colores “peligrosos” y con los que conviene mantener las distancias. De hecho, el aposematismo es un fenómeno, bastante frecuente en la naturaleza, que consiste en que algunos organismos presenten rasgos llamativos a los sentidos, destinados a alejar a sus depredadores (Figura 4).



Figura 4. Arriba serpiente coral, venenosa; debajo, culebra coral ratonera, inofensiva para los humanos. (Imágenes de Wikimedia Commons)

Ahora bien, en algunas ocasiones, los daltónicos no están seguros de poder decidir si algo es rojo o verde, o incluso si es amarillo o verde. Esta dificultad para distinguir entre estos colores es mayor en los entornos naturales. Así pues, esto haría que los individuos daltónicos fuesen especialmente cautos a la hora de tener que enfrentarse a este tipo de señales de peligro que no son capaces de distinguir muy bien. Si se prefiere: los daltónicos incautos tendrían menos probabilidades de sobrevivir, por lo que en la actualidad daltonismo y precaución quizá estén, en cierto modo, ligados. Por tanto, si la cautela, precaución, prudencia, reserva, etc. pueden ser una ventaja en determinadas

situaciones que se presentan con relativa frecuencia y los daltónicos son, por naturaleza, más precavidos; esta característica podría ser una de las ventajas evolutivas de ser daltónico.

Hipótesis de la ventaja perceptiva

Esta hipótesis se basa en el hecho demostrado de que algunos insectos voladores, como el abejorro (Figura 5), son capaces de cambiar su visión de cromática a acromática para ganar en velocidad de procesamiento de las imágenes y, de esta forma, tener una “visión más rápida” que les permite maniobrar con mayor velocidad [14]. La cuestión, por tanto, es si en los humanos pudiese darse algo parecido, de forma que los individuos daltónicos, que tienen que procesar menos colores, también presentan una “visión más rápida”.



Figura 5. Bumbus, nombre común de abejorro o moscardón. (Imagen de Wikimedia Commons)

La capacidad para procesar imágenes en movimiento del cerebro humano es limitada, de forma que no vemos un continuo, sino una serie de imágenes secuenciales, a manera de los fotogramas del cine, que una vez procesadas en el cerebro nos dan la percepción de movimiento. En el caso del cine 24 fotogramas por segundo son suficientes para percibir el movimiento. Ahora bien, la cantidad de información que recibimos en cada imagen, y por tanto la información que ha de procesar el cerebro, contiene muchos datos, incluidos los datos correspondientes a los colores de los objetos que percibimos.

Una teoría que circula por internet, aunque sin ninguna prueba que la corrobore, apunta a que en situaciones de riesgo todo el mundo se vuelve daltónico. Es decir, el cerebro deja de procesar los colores para poder procesar más imágenes por unidad de tiempo. De esta forma, el tiempo parece ralentizarse y tomamos una mayor consciencia de todo lo que está sucediendo a nuestro alrededor; a costa, parece ser, de sacrificar la capacidad de distinguir múltiples colores.

La hipótesis es que, dado que las personas daltónicas reciben menos estímulos correspondientes a los diferentes tonos y matices de los colores, el cerebro necesita procesar menos datos. Por tanto, se puede utilizar la capacidad restante para procesar más imágenes o fotogramas por segundo. Esto se traduciría en una visión mejor de los objetos en movimiento. Mejores reflejos.

De ser cierta esta hipótesis, podría tener consecuencias prácticas. Por ejemplo, el uso de artefactos que limitasen la visión de los colores en los individuos con visión "normal" podría mejorar su percepción del movimiento, de forma que reaccionen más rápido... ¿?.

Otra posibilidad sería la de obtener una mayor resolución de las imágenes a costa de sacrificar la información del color, de forma análoga a la función del movimiento sacádico [15].

Referencias

1. J. Dalton. "Extraordinary facts relating to the vision of colours: with observations". Memoirs of the Literary and Philosophical Society of Manchester, 5 (1798) 28–45.
2. R. W. Pickford. "Natural selection and colour blindness". The eugenics Review, 55 (1963) 97-101. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2982522/pdf/eugenrev00022-0033.pdf>
3. R.H. Posto. "Population differences in red and green color vision deficiency: A review, and a query on selection relaxation". Biodemography and social biology, 29 (1982) 299-315.
4. J.K. Brownmaker. "T Evolution of colour vision in vertebrates". Eye, 12 (1998) 541–547.
5. http://es.wikipedia.org/wiki/Enfermedad_genética
6. M.J. Morgan, A. Adam, J.D. Mollon. "Dichromats detect colour-camouflaged objects that are not

detected by trichromats". Proc. Biol. Sci. 248 (1992) 291–5.

7. J. Bosten, J.D. Robinson, G. joran, J.D. Mollon. "Multidimensional sacling reveals a color dimensión unique to color-deficient observers". Current Biology, 15 (2005) R950 - R952.
8. http://es.wikipedia.org/wiki/Cartas_de_Ishihara
9. <https://www.cs.unm.edu/~aaron/creative/colorTest.htm>
10. K.A. Jameson, S.M. Highnote, L.M. Wasserman. "Richer color experience in observers with multiple photopigment opsin genes". Psychonomic Bulletin and Review, 8 (2001) 244–261. <http://link.springer.com/article/10.3758/BF03196159>
11. G. Jordan, J.D. Mollon. "A study of women heterozygous for colour deficiencies" Vision Res., 33 (1993) 1495-1508. http://vision.psychol.cam.ac.uk/jdmollon/papers/JordanMollon_Carriers.pdf
12. G.D. Wilson. "Arousal properties of red versus green". Perceptual and motor skills, 23 (1996) 947-949. <http://www.amsciepub.com/doi/pdf/10.2466/pms.1966.23.3.947>
13. K. Asada. "The day I saw Van Gogh's genius in a new light". Usando el software (Cromatic Vision Simulator) del mismo autor. <http://asada0.tumblr.com/post/11517603099/the-day-i-saw-van-goghs-genius-in-a-new-light>
14. P. Skorupski, L. Chittka. "Differences in Photoreceptor Processing Speed for Chromatic and Achromatic Vision in the Bumblebee, Bombus terrestris". The Journal of Neuroscience, 30 (2010) 3896-3903.
15. http://es.wikipedia.org/wiki/Movimientos_sac%C3%A1dicos

Aclaración

No soy oftalmólogo, ni neurólogo, ni psicólogo; sin embargo soy daltónico y curioso (el hecho de que, al igual que Dalton, también sea químico es una mera coincidencia). Quizá todo lo anteriormente expuesto no sean más que especulaciones; sin embargo, estas reflexiones sobre las implicaciones del daltonismo tal vez resulten inspiradoras para alguien más ducho en el tema... Nunca se sabe.



Mi test de Farnsworth

Abril, 2014