

¿Tritanopía adquirida en los pescadores del sur de España?: una exploración negativa

J. LILLO JOVER, R. DEL VALLE MATEO Y J. A. COLLADO VEGA *

Resumen.

Una exploración de la percepción del color en los pescadores de Isla Cristina (Huelva) ¹ no mostró niveles de tritanopía superiores a los normales entre la población española. Tal hecho refutó la hipótesis original basada en la supuesta adquisición de este tipo de patología por la exposición continuada a niveles lumínicos elevados. Los resultados se comparan con los logrados en recientes trabajos de Davies y colaboradores.

Palabras clave: Condiciones laborales, alteraciones en la percepción del color, anomalía tritanópica.

Abstract

Levels of tritanopy weren't superior than normal in an evaluation of colour perception made with fishermen of Isla Cristina (Huelva)**. This result was contrary to the original hypothesis based on a possible acquisition of this kind of pathology due to continuous exposure to high lighting levels. Results are compared with those obtained in recent works of Davies and cols.

Key Words: Work environment. Colour blindness. Tritan anomaly.

* Departamento de Psicología Diferencial y del Trabajo. Universidad Complutense de Madrid.

¹ Queremos hacer público nuestro agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo, especialmente a D. Juan Quintero (y familia), D. Mariano García y los restantes miembros de la Cofradía de Pescadores de Isla Cristina, así como a quienes hicieron posible que pudiéramos contactar con ellos.

El estudio de las dificultades laborales específicas a las personas con alteraciones en la percepción del color se remonta al clásico informe de Harvey (1826), en el que se relatan las desventuras de un sastre daltónico (de tipo protanope). Entre ellas se incluye la utilización de una porción de tejido púrpura en la reparación de un abrigo azul oscuro con un resultado fácil de imaginar. Tras esta publicación se sucedieron los trabajos en los que se estableció el papel causal de los daltonismos en la génesis de accidentes fatales acaecidos en situaciones de tráfico marítimo y ferroviario (Wilson, 1855) y en los que se indicó, por ejemplo, que la reducida sensibilidad de los protanopes a las luces rojas era la más probable razón por la que un guardagujas podía no haber apreciado el encendido de una luz de peligro y, debido a este desconocimiento, haber permitido el acceso de un tren a una vía inadecuada. La principal consecuencia de estas investigaciones fue la adopción de normativas encaminadas a restringir/desrecomendar el acceso a ciertas profesiones de personas con alteraciones en la percepción del color (véase, p. ej., Voke, 1978), y el desarrollo de los instrumentos precisos para la detección de tales patologías (véase, p. ej., Voke, 1980).

Los trabajos en los que se ha analizado cómo puede adquirirse un daltonismo debido a las características del entorno laboral son, en cierto modo, complementarios a los descritos en el párrafo anterior y se han comenzado a realizar en fecha mucho más reciente. Así, y aunque ya se tuviera constancia de la existencia de este tipo de problemas desde, al menos, principios de este siglo (véase, p. ej., Kollner, 1912), sólo la disponibilidad de instrumentos de medición adecuados (especialmente los tests de Farsworth-Munsell) a partir de los años 50 han permitido el estudio de este tipo de problemas durante esta segunda mitad del siglo.

Puede parecer paradójica la discrepancia existente entre el curso histórico de las investigaciones sobre «cómo influye una alteración en la percepción del color en el trabajo» y las que han hecho lo propio respecto a «cómo influye un mal entorno laboral en la adquisición de las alteraciones en la percepción del color». Al fin y al cabo, podría pensarse, si la primera línea de investigación fue capaz de desarrollar pronto instrumentos de detección eficaces y fáciles de aplicar, ¿porqué no sirvieron para indicar de manera contundente que ciertas situaciones laborales pueden producir efectos nocivos en el trabajador? Como veremos, la clave está en las diferencias cualitativas normalmente existentes entre los «daltonismos» adquiribles en el entorno laboral y aquellos cuyo origen es anterior a la incorporación al mundo del trabajo. Analicémoslas con algo de detalle.

La visión del color característica de la especie humana se basa en la existencia de tres tipos de conos en la retina. Estos son utilizados por el cerebro en modo comparable al funcionamiento de un monitor convencional de televisión, de forma que, como puede fácilmente comprobarse usando una lupa para mirar de cerca la pantalla, toda la gama de colores visibles en ella resulta

de la combinación de sólo *tres tipos* de elementos que, al activarse, emiten luz de color rojiza (longitud de onda larga), o verdosa (longitud de onda media), o azulada (longitud de onda corta). De esta manera, lo que en condiciones normales se percibe como una porción blanca de la pantalla, se consigue activando mucho y en grado similar los tres tipos de elementos («blanco»=«rojo»+«verde»+«azul»), lo que se percibe como un amarillo puro, se logra mediante la activación de sólo dos elementos («amarillo»=«rojo»+«verde»), etc.

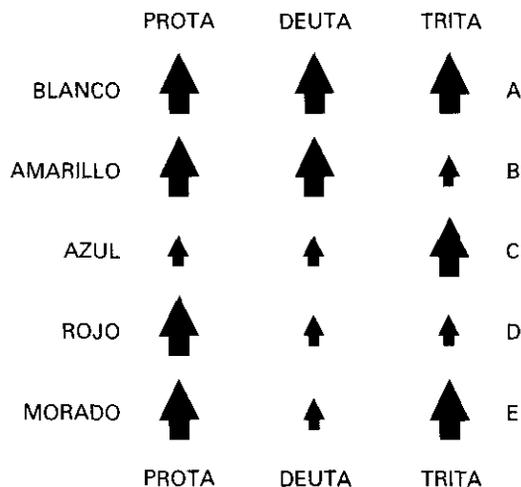


FIGURA 1.—Patrones de activación de los tres tipos de conos. Cada terna horizontal de conos representa niveles hipotéticos correspondientes a distintos colores. Obsérvese que la actividad correspondiente al azul (C) y al morado (E) solo se diferencia gracias a la respuesta que se da en el protocono.

¿En que se basa la analogía entre el funcionamiento del monitor de televisión en la *producción* de colores, y el del cerebro humano en el *reconocimiento-discriminación* de los mismos? Esencialmente, en que la retina dispone de *tres tipos* de conos (fotocélulas que responden a la energía lumínica) que varían su respuesta en función del tipo de energía que los alcanza. De esta manera, un tipo de conos sería especialmente a las longitudes de onda más largas (los «rojos»), otro a las medias (los «verdes») y otro a las cortas (los «azules»), generándose por ello *patrones de actividad* que recuerdan a los habituales en las pantallas de televisión. En efecto, como claramente esquematiza la figura 1, cuando se contempla un estímulo que se percibe como blanco (1A), los tres tipos de conos dan una gran respuesta («blanco»=«actividad conos 1»+«actividad conos 2»+«actividad conos 3»), mientras que se limita a los dos primeros cuando se experimenta un amarillo («amarillo»=«ac-

tividad conos 1»+«actividad conos 2»), etc. Muy importante, puesto que todos los patrones de actividad representados en la figura 1 serían diferentes entre sí, el cerebro podría diferenciar entre las estimulaciones que los generan (de hecho, esta es una de principales razones por las que se experimentan colores diferentes).

Ocupémonos ahora del origen de los «daltonismos» y del porqué de su influencia nociva en el desempeño de ciertas actividades laborales. Respecto a los casos más notorios (*protanopia*, *deutanopia*, *tritanopia*), debe indicarse que su origen es la ausencia de un cierto tipo de cono en la retina de la persona afectada. De esta forma, si el tipo ausente es el que en un ojo normal responde más ante la luz rojiza (véase figura 1); se considera que tal tipo es «el primero» de los tres disponibles, y se recuerda que en griego el término «*pro-*» significa «primero», es fácil entender el significado de la denominación «protanopia» y, por generalización, el de las de «deutanopia» (deuta=segundo) y «tritanopia» (trita=tercero). Más importante, es también fácil entender porqué un marinero protanope puede tener dificultades para discriminar entre el color morado con el que puede estar pintada una embarcación y el fondo proporcionado por una superficie marina. Como especifica la figura 1, para un ojo normal ambas estimulaciones tienden a producir una gran respuesta en el «tritacono», pero son fáciles de diferenciar gracias a que sólo la pintura morada (y no el fondo azul) es capaz de activar en forma notable al «protocono». Por el contrario, un ojo protanope, al carecer del tipo de cono en el que se plasma la diferencia, no tendría ninguna posibilidad de diferenciar entre ambas estimulaciones.

No es preciso insistir en las graves consecuencias que pueden producirse cuando se confunden colores, tal y como sucede cuando no se diferencian cables rojos y verdosos, o se aprecia como similar una luz que significa «peligro» a otra que indica «normalidad». Tampoco es éste el lugar de analizar porqué son similares muchas de las confusiones presentes en protanopes y deutanopes (véase al respecto, Lillo, 1993, cap. 3), ni porqué este parecido se relaciona con la carencia de funcionalidad en el mecanismo «verde-rojo». Si lo es para indicar que los tipos de confusiones características de la tritanopia son claramente distintas a las usuales en los otros dos tipos de daltonismo, motivo por el cual las combinaciones de color (y los tests que se basan en su uso) que permiten detectar la presencia de problemas «protán» y «deután» no son efectivas (como los correspondientes tests) para identificar la presencia de una anomalía de tipo tritán. Sin embargo, y puesto que no es difícil seleccionar combinaciones de colores que hagan evidentes las limitaciones perceptivas de los tritanopes, cuesta comprender porqué ha existido una demora de décadas en el desarrollo de tests adecuado para la detección de estas patologías a menos que se conozcan sus peculiaridades en tres aspectos especialmente importantes: (1) su nivel de incidencia, (2) causa de aparición y (3) características.

(1) Mientras que las disfuncionalidades en el mecanismo verde-rojo (véase Lillo, 1993, cap. 6), tales como las tipo protán o deután, afectan a un número relativamente importante de varones (entre el 6 % y el 8 %, véase Boynton, 1988), y a uno muy inferior de mujeres (entre el 0.4 y el 0.5 %, *op. cit.*), los que se consideran como tritanes se estiman como mucho más infrecuentes (no más del 0.03 %) y afectan por igual a ambos sexos.

(2) Las diferencias en el grado de incidencia se deben, en gran medida, al origen de estos problemas. Así, aunque sea posible que una disfuncionalidad del mecanismo verde-rojo pueda deberse al efecto de condiciones ambientales adversas (véase, p. ej., Grüntzner, 1972), la causa más frecuente de su aparición es la herencia genética. Por contra, es raro que este sea el origen de un problema tritán, pues en esta categoría son proporcionalmente muchos más los casos relacionados con algún tipo de agresión ambiental (Birch, 1993), siendo estas tan variadas como las relacionadas con algún tipo de intoxicación, un desprendimiento de retina, la aparición de un glaucoma, ciertas atroñas del nervio óptico, etc.; que, además, pueden afectar a uno o ambos ojos. Por tanto, y como consecuencia directa de la diversidad de causas ambientales efectivas para la producción de este tipo de problemas, se da una mayor heterogeneidad entre los pacientes tritanes que en los que corresponden a otras patologías de la percepción del color.

(3) La poca frecuencia de los problemas tritán, junto con su relativa heterogeneidad, han dificultado el desarrollo de programas de investigación dirigidos a esclarecer las características de la percepción en este tipo de personas. De modo que, por ejemplo, aunque se este de acuerdo en que la causa más frecuente de estas alteraciones es la existencia total (tritanopia) o parcial (tritanomalía) de una disfuncionalidad en los conos cuyo pigmento (cyanolabe) les hace especialmente sensibles a las longitudes de onda más cortas (respuesta máxima próxima a los 450 nm), y de que tal pérdida altera en forma importante el funcionamiento del mecanismo azul-amarillo, no se esta de acuerdo, ni se conocen muy bien, los efectos perceptivos derivados de esta carencia de forma que, como ejemplo especialmente relevante; mientras que algunas veces se indica (véase p. ej., Hurvich, 1981) que la perdida total del tritacono debería producir dos puntos neutros en el espectro (dos longitudes de onda capaces de producir una respuesta acromática) ubicados allí donde el mecanismo verde-rojo da una respuesta cero (en las proximidades de 480 y 580 nm), lo normal es indicar la detección de un sólo punto acromático en el espectro.

De encontrarse grupos de personas en los que algún factor ambiental fomentase la aparición de problemas tipo tritán con características homogéneas, sería posible estudiar las peculiaridades de esta patología. A este respecto, y por motivos que pronto exponaremos, el grupo constituido por los pescadores del sur de España parece especialmente prometedor.

En unos recientes trabajos desarrollados por el grupo de investigadores

dirigidos por Ian Davies (1995; *et al.*, 1991), en los que se aplicó el test CUT (City University Test) de la universidad de Londres, se encontraron elevados índices de afecciones tritán entre poblaciones rusas y sudafricanas sometidas a condiciones vitales especialmente duras. En ambos casos la presencia de una dieta reducida y escasa en aportes vitamínicos se combinó con la exposición a entornos lumínicos en las que eran frecuentes los cambios lumínicos rápidos y/o los niveles de iluminación muy elevados. Para diferenciar los efectos de estas variables, y determinar si cada una de ellas es capaz de producir por separado la adquisición de tritanopia, es deseable evaluar la percepción del color en poblaciones en las que sólo incida una de ellas.

Una gran parte de la actividad laboral de los miembros de la flota pesquera de bajura del sur de España se realizan ante niveles de iluminancia tan elevados como para superar frecuentemente los 40.000 lx. Más aún, no se trata sólo de que la retina de estos trabajadores reciba frecuentemente niveles de energía muy elevados, es que debido a la forma en que esta se refleja en la superficie del mar suele acumularse en las longitudes de onda más cortas (entre 400 y 500 nm) que son, precisamente, aquellas que más inciden en la respuesta de los tritaconos y que tienen mayores probabilidades de afectar su funcionalidad. Este exceso de estimulación sobre los tritaconos actuaría en forma semejante ante ambos ojos, por lo que de darse en estas personas algún tipo de tritanopia adquirida sería de naturaleza binocular. En síntesis, se da un cúmulo de factores ambientales que hacen probable el surgimiento de una patología tritán debido a la exposición continuada a un exceso de iluminación. Este factor ambiental, a diferencia de lo ocurrido en las poblaciones estudiadas por Davies y colaboradores, actuaría sobre personas sin problemas graves de alimentación.

TABLA 1

	NIVELES INCIDENCIA		
	Normal	AN: Rojo-Verde	AN. Tritán
A (Pob. normal)	91 %	8 %	1 %
B (Pob. Davies)	77 %	8 %	15 %

Para evaluar la incidencia de patologías binoculares en la población de pescadores estudiada se utilizó una batería de aplicación rápida formada por el mismo test empleado por Davies (test CUT), junto con la prueba en la que

se han basado la mayor parte de los estudios de incidencia realizados hasta la fecha (véase, p. ej., Fletcher y Voke, 1985; Birch, 1993): el test de Ishihara. Esta pequeña batería permitió comprobar si la frecuencia de afecciones entre la población se ajustaba a lo que es habitual en nuestro país (tabla 1.A) o a lo hallado en las investigaciones de Davies y cols (Tabla 1.B).

METODO

Sujetos y aparatos

Participaron 80 pescadores pertenecientes a la cofradía de Isla Cristina (Huelva), con edades comprendidas entre dieciocho y setenta y dos años. La distribución de sus edades se muestra en la figura 2. Todos ellos habían trabajado en la mar un mínimo de dos años y accedieron voluntariamente a la realización de las pruebas (solo tres pescadores de todos los contactados no desearon colaborar con la investigación).

La batería utilizada estuvo formada por dos ejemplares del test CUT y otros dos del test de Ishihara (versiones 1975 y 1982). La iluminación del test CUT se efectuó mediante la luz proporcionada por un bombilla de tungsteno filtrada para alcanzar una temperatura del color de 175 Mireds. Este dato, así como la comprobación de la adecuación de las condiciones de iluminación para el test de Ishihara, se obtuvo mediante la utilización de un Luxo-fotómetro Gossen-Mastersix equipado, cuando fue necesario, del accesorio correspondiente a la medición de la temperatura del color.

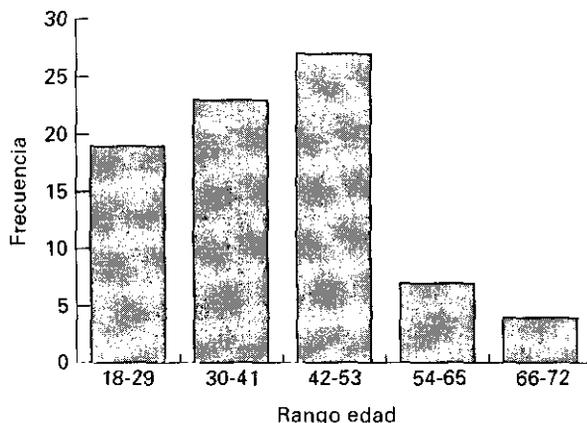


FIGURA 2.—Distribución de edades de los pescadores.

DISEÑO Y PROCEDIMIENTO

Los tests fueron aplicados durante tres días consecutivos del mes de Octubre de 1994, durante el periodo temporal comprendido entre las 9,30 y las 16.30 horas y en dos entornos diferentes. Para algunos pescadores (n=15), este fue un despacho de la cofradía. Para el resto (n=65) fue un recinto perteneciente a la fábrica de hielo del puerto. En los dos casos se aseguró que las condiciones de aplicación (iluminación, distancia de observación, etc.) de los tests fueran las adecuadas. En el primer caso, los pescadores contestaron a los tests después de efectuar las gestiones burocráticas que hubiesen ido a realizar en la cofradía. En el segundo, los tests se aplicaban al final de su jornada laboral. En todas las ocasiones se les indicaba en forma somera cual era el objetivo de la investigación y, para aquellos que así lo deseaban, se daba un explicación más completa después de haber contestado a las pruebas.

RESULTADOS

La mitad de los pescadores contestaron primero al test de Ishihara y en segundo lugar al test CUT. El resto siguió un orden inverso.

La tabla 2 muestra, además de los resultados obtenidos en la aplicación (2.A., sombreado), los esperables en una población normal (2.B.) y otra semejante a las estudiadas por Davies (2.C.), para un número de casos igual a 80.

TABLA 2

	FRECUENCIAS ENCONTRADAS Y ESPERADAS		
	Normal	AN. Rojo-Verde	AN. Tritán
A (Frecuencias encontradas)	74 %	5 %	1 %
B (Esperadas normal)	72,8 %	6,4 %	0,8 %
C (Esperadas Davies)	61,6 %	6,4 %	12 %

Sendos análisis de χ^2 permitieron comprobar que los datos obtenidos (2.A.) no se diferenciaban significativamente ($\chi^2=0,38$; $0,80 > p > 0,50$) de los esperables en una población normal (2.B.) y si ($\chi^2=12,89$; $p < 0,01$) de lo esperable en una población similar a las encontradas por Davies y cols. (2.B.).

CONCLUSIONES Y DISCUSION

Nuestros resultados no indican niveles de incidencia superiores a los habituales y, por tanto, no apoyan la hipótesis de que la exposición continuada a los niveles de iluminación presentes en el entorno laboral de los pescadores del sur de España puedan producir niveles significativos de tritanopía adquirida. En este sentido son opuestos a los recientemente obtenido con poblaciones rusas y sudafricanas por el equipo de investigación de Davies, pareciendo indicar que los altos índices de incidencia obtenidos por este han de deberse a las malas condiciones de alimentación. En cualquier caso, la confirmación plena de esta suposición se obtendría evaluando poblaciones similares a las mencionadas en las que no se diesen carencias vitamínicas.

Un comentario especial merecen los pescadores que presentaron problemas en el mecanismo rojo-verde (1 protán y 5 deutanes). Como ya hemos dicho, esta proporción de casos no superó la usual en la población normal, pero se dio en miembros de una profesión en la que las confusiones en el color pueden tener consecuencias especialmente graves (véase al respecto Voke, 1980). Puesto que este aspecto no es igualmente importante en todas las actividades realizadas a bordo de un pesquero, debería restringirse selectivamente la participación de protanes y deutanes en tareas como las del pilotaje, en las que se actúa en solitario durante periodos prolongados y se toman decisiones basadas en el manejo de colores con consecuencias importantes para la seguridad de toda la tripulación.

Bibliografía

- Birch, J. (1993). *Diagnosis of Defective Color Vision*. Oxford. Oxford University Press.
- Boynton, R. M. (1988). Color vision. *Annual Review of Psychology*. 39. 69-100.
- Davies, I. R. L.; Corbett, G. G; Laws, G; McGurk, H. M; Moss, A. E. St. Moss; & Smith, M. W. (1991). Linguistic basicness and colour information processing. *International Journal. Psychology*. 26. 311-327.
- Fletcher, R., y Voke, J. (1985). *Defective Colour vision*. Briston. Adam Hilger.
- Gruntzer, P. (1972). Acquired colour vision defects. En D.Jameson y L.M. Hurvich. *Handbook of Sensory Physiology: Visual Psychophysics*. Berlin. Springer-Verlag.
- Harvey, G. (1826). On a anomalous case of vision with regard to color. *Transactions of Royal Society of Edimburg*. 10. 253-262.
- Hurvich, L. M. (1981). *Colour Vision*. Sunderland. Massachusetts. Sinauer Associates.

- Kollner, H. (1912). *Stroungen des Farbensinnes ihre Klinische Bedeutung und ihre Diagnose*. Berlin. Karger.
- Lillo, J. (1993). *Psicología de la Percepción*. Madrid. Debate.
- Porter, J. (1986). On the interchangeability of standard plate tests for colour vision. *Ophthal. Physiol. Opt.* 6. 345-347.
- Voke, J. (1978). Colour vision defects: occupational significance and testing requirements. *Journal of Society Occupation Medical.* 28. 51-56.
- Voke, J. (1980). *Colour Vision Testing in Specific Industries and Professions*. London. Keeler.
- Wilson, G. (1855). *Researches on Color-Blindness*. London. Simkin. Marshall.