

# Diferencia de color y contraste de luminancia en tareas de detección

B.O'Donnell/ E. Colombo

Departamento de Luminotecnia Luz y Visión – Facultad de Ciencias Exactas y Tenología  
Universidad Nacional de Tucumán - Av Independencia 1800 – 4000 Tucumán  
bodonnell@herrera.unt.edu.ar

*La diferencia de color en la detección o identificación de un estímulo adquiere importancia en tareas cuyo contraste de luminancia es bajo. Este efecto es más importante cuánto más separados están los colores de estímulo y fondo en el espacio de color. Sin embargo, los modelos empíricos de rendimiento visual que incluyen como variables independientes el contraste de luminancia, el tamaño y luminancia de adaptación, no consideran al color como variable significativa. En este trabajo se midió el tiempo de reacción usando estímulos de color verde, azul y amarillo sobre un fondo acromático de 300  $\mu$ str, generados dentro de una esfera de Ullbrich con LEDs en su interior. El tiempo de aparición del estímulo se elige al azar entre 0 y 2 seg, y se fija el tiempo máximo de respuesta en 3 seg. La tarea del observador consiste en detectar la presencia del estímulo y registrar este tiempo de reacción. Se trabajó con contraste de luminancia cercano a cero hasta valores de contraste intermedio. Los resultados de rendimiento visual muestran que el mismo mejora con estímulos de color para contrastes de luminancias bajos, respecto de un estímulo acromático bajo las mismas condiciones experimentales. De esta primera experiencia el color amarillo aparece como el color mas desfavorable y el verde como el mas favorable.*

*Colour plays an important role to detect or identify a stimulus, when the luminance contrast is low. As the chromaticity point of the stimulus moves far away from the chromaticity point of the background, the time to detect it, increases. The empirical models of visual performance include, as independent variables, the luminance contrast, the size and the adaptation luminance but, they do not consider this chromaticity difference. In this experiment we measure the reaction times using green, blue and yellow stimuli of 300  $\mu$ str presented on an achromatic background. They were created with LEDs inside an Ullbrich sphere. When the stimulus was displayed on the screen, after a brief, random time delay, the subject pressed a response button as soon as it was detected. The stimulus is presented at random time delay between 0 and 2 sec. A maximum of 3 sec was allowed for response. The luminance contrast values were selected between a nearly zero value up medium contrast. The results show that visual performance improves using coloured stimuli at low luminance contrast in relation to a similar achromatic stimuli. Green stimulus improves visual performance, while yellow make it worse.*

## I. INTRODUCCIÓN

El color es un factor importante en la detección e identificación de objetos en la vida diaria de las personas. El control de tráfico aéreo, líneas de teléfono, compañías de gas o electricidad, señales de emergencia, usan el color para identificar o detectar fallas.

Un estímulo visual puede ser caracterizado por variables tales como: contraste de luminancia, tamaño, iluminancia retinal, diferencias de color, tiempo de presentación, nitidez. Cuando el contraste de luminancia es grande el color no es una variable de importancia frente a las otras en determinado tipo de tareas, sin embargo, cuando es muy pequeño o cero el color adquiere un papel preponderante en la identificación o detección de un estímulo. Diversas investigaciones en este campo proveen evidencias a favor de esta hipótesis.

Eastman <sup>(1)</sup> trabajando con cartas de Munsell mostró que cuando el contraste de luminancia de un disco de 10 min de arco es mayor de 0.65 el color es poco importante en la visibilidad del disco, independientemente de la combinación de colores entre fondo y estímulo. Las diferencias en visibilidad entre estímulos coloreados y estímulos acromáticos son menores del 5% cuando el contraste de luminancia es del orden de 0.4. Sin embargo, cuando el contraste de luminancia es menor de 0.4, la visibilidad de algunas combinaciones de colores aumenta hasta llegar a un máximo para contraste de luminancia igual a cero.

Lippert <sup>(2)</sup> en un experimento de tiempos de reacción, encontró que la legibilidad de dígitos depende de la diferencia de color entre el estímulo y su fondo.

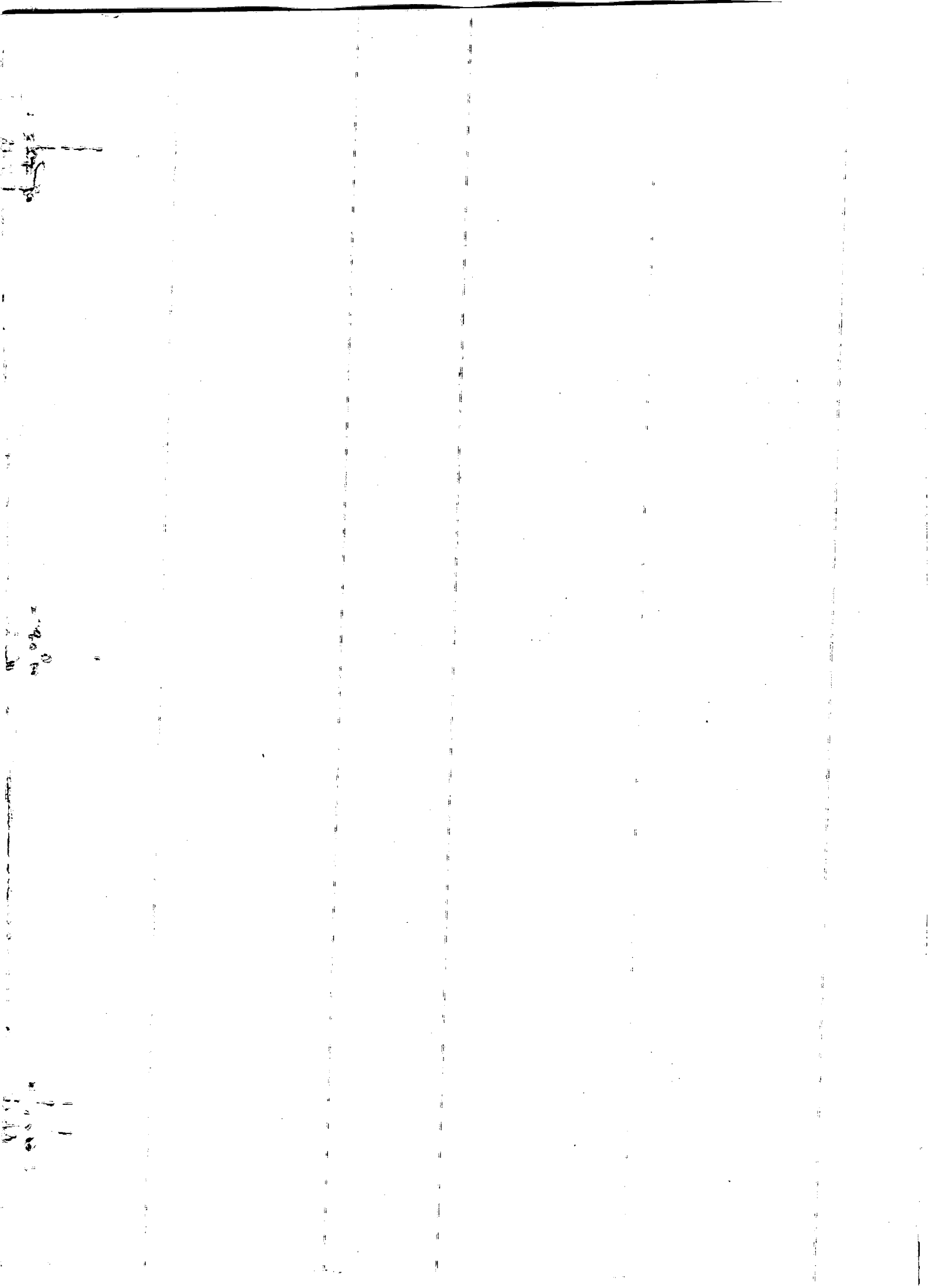
Legge y otros <sup>(3)</sup> encontraron que los contrastes de luminancia y de color se combinan independientemente en la determinación de la velocidad de lectura, lo que estaría indicando que se procesan por canales diferentes.

Travis <sup>(4)</sup> mostró que diferencias puramente cromáticas pueden ser usadas por el sistema visual para extraer información sobre la forma, y como consecuencia esta diferencia de color es suficiente para identificar palabras. Encuentra que un sujeto requiere más tiempo para detectar o identificar un estímulo cuando éste posee diferente color respecto del fondo que cuando no tiene información de color.

Eklund y otros <sup>(5)</sup> estudian la codificación de color en señales de emergencia y encuentran que la diferencia de color es suficiente para reconocer las señales aún cuando el contraste de luminancia es bajo.

Se han desarrollado numerosos modelos empíricos de rendimiento visual <sup>(6, 7, 8, 9, 10, 11)</sup>, donde se tiene en cuenta el contraste de luminancias, tamaños, tiempos de presentación, iluminancia retinal, e incluso la nitidez de los símbolos y la diferencia de luminancias entre pixeles vecinos en el caso de tareas con monitores de video <sup>(12, 13)</sup> pero no incluyen al color como variable de influencia.

El modelo de Rea <sup>(10)</sup> basado en mediciones de tiempos de reacción, predice el rendimiento visual relativo (RVP) para diferentes contrastes de luminancias, tamaños de estímulos e iluminancia retinal. Muestra el comportamiento típico del sistema



del tiempo de reacción- con la introducción del color.

- El tiempo de reacción es menor para el color verde, luego el azul y finalmente el amarillo, que es el que está más próximo del resultado con el estímulo acromático.
- Las diferencias en los tiempos de reacción no son significativas con el contraste de luminancia dentro de los errores experimentales, para los dos niveles de contraste utilizado.

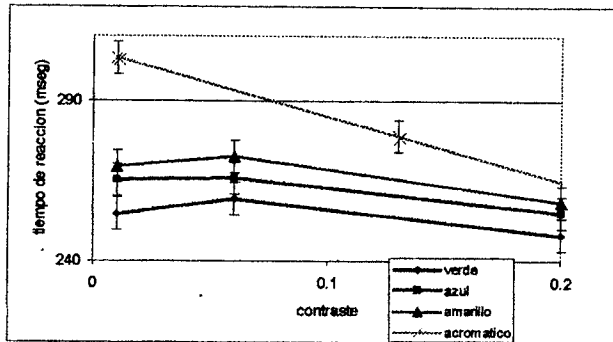


Figura 2.- Tiempo de reacción en función del contraste de luminancia para cada situación experimental considerada

#### IV. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos presentan tendencias similares a las encontradas por anteriores investigaciones (1,2, 3, 4, 5)

Existe una correlación entre la distancia de las coordenadas cromáticas del color del estímulo y el fondo con el tiempo de reacción, es decir, a mayor separación entre el blanco y el color del estímulo el tiempo de reacción es menor. El color amarillo corresponde a la peor situación en la discriminación entre estímulo y fondo ya que colores con longitudes de onda ~ 570 nm se perciben como tonos menos saturados dentro del espectro visible.

A partir de los resultados obtenidos sería de esperar que la curva correspondiente al color rojo se encuentre entre el color azul y amarillo.

Los resultados encontrados, es decir el ordenamiento de las curvas según los colores, está influenciado por la edad del observador y por el tamaño del estímulo.

El tiempo de reacción en personas mayores de 60 años es menor para el color azul pues con la edad el color de la luz se altera por la absorción preferencial en las longitudes de onda visibles cortas. En relación al tamaño del estímulo se sabe que para valores menores de 20 segundos de arco la discriminación de color es pobre debido a que hay muy pocos conos S (bajas longitudes de onda) en el centro de la fovea, y en consecuencia, en este caso el color deja de ser una clave significativa.

Futuros experimentos incluirán otras variables independientes tales como el tamaño del estímulo y la iluminancia retinal, además de las consideradas en este primer experimento: contraste de luminancias y color.

#### REFERENCIAS

1. Eastman A, Journal of the IES, 613- 620 winter (1968)
2. Lippert T.M, Digest Society for Information Display Vol 17, pag 86-89 (1986)
3. Legge G. y ot. J. Opt. Soc. Am Vol 7 No 10 October 2002- 2010 (1990)
4. Travis D. y ot, The Human Factors 32(2) pag 147-156 (1990).
5. Eklund N, Journal of the IES. 71-81 Winter (1999)
6. Simonson E. Brozek J J. Opt. Soc. Am 38 (4)(1984)
7. Muck E. Bodmann H, Lichttechnik 13 pag 502-508 (1961)
8. Mc Nelis J, Journal of the IES April 190-196 (1973)
9. Rea M. Journal of the IES, Vol 15, summer, pag 41-57 (1986)
10. Rea M. & M Oullette, Lighting Research & Technology 20 (4) 139-153 (1988)
11. Adrian, CIE Committee TC 1-19 draft The correlation of models for vision and visual performance (1998)
12. Colombo E. & Kirschbaum C, Lighting Research & Technology, Vol 22, N° 2, 85 -93 (1990)
13. O'Donnell B & Colombo E, Lighting Research & Technology, Vol 33, N° 2, 77-94 (2001)