

INFLUENCIA DE LA ILUMINACIÓN Y RUIDO EN LA EVALUACIÓN VISUAL DE COLOR EN TEXTILES

INFLUENCE OF LIGHTING AND NOISE IN THE VISUAL COLOR EVALUATION IN TEXTILES

Sandra Daniela Sánchez Godínez

Tecnológico Nacional de México en Celaya, México
ibqdanielasg@gmail.com

José Antonio Vázquez López

Tecnológico Nacional de México en Celaya, México
antonio.vazquez@itcelaya.edu.mx

Paloma Teresita Gutiérrez Rosas

Tecnológico Nacional de México en Celaya, México
teresita.gutierrez@itcelaya.edu.mx

Juan Luis Hernández Arellano

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México
luis.hernandez@uacj.mx

Recepción: 29/octubre/2019

Aceptación: 15/noviembre/2019

Resumen

Las evaluaciones de color para la industria textil como para muchas otras, es de gran importancia ya que el color es una de las características de calidad más cuidadas. Estas evaluaciones requieren ser más vigiladas en pequeñas y medianas empresas ya que se realizan de manera visual y generalmente no cuentan con las mejores condiciones ni la capacitación necesaria para llevarlas a cabo de manera exacta y confiable. Es por esto que en el presente trabajo se realizó una experimentación a nivel laboratorio para analizar diferentes factores involucrados en las evaluaciones visuales de color en textiles. Se realizó un diseño de experimentos factorial completo en el que los factores analizados fueron la iluminación, ruido, color y participantes; encontrando mediante una regresión logística binaria que, de los factores evaluados, el ruido no resultó ser estadísticamente significativo para las evaluaciones visuales de color en textiles.

Palabras Clave: Evaluación visual, Discriminación de color, Color textil, Ergonomía visual.

Abstract

Color evaluations for the textile industry as for many others, is of great importance since color is one of the most carefully quality characteristics. These evaluations need to be more monitored in small and medium enterprises since they are carried out visually and generally do not have the best conditions or the necessary training to carry them out accurately and reliably. This is why in the present work an experimentation was carried out at the laboratory level to analyze different factors involved in the visual evaluations of color in textiles. A complete factorial experiment design was carried out in which the factors analyzed were lighting, noise, color and participants; finding by means of a binary logistic regression that of the evaluated factors, the noise did not turn out to be statistically significant for the visual evaluations of color in textiles.

Keywords: *Visual evaluation; Color discrimination; Textile color; Visual ergonomics*

1. Introducción

Los colores son conceptos perceptuales que usa el cerebro para distinguir entre los diferentes estímulos recibidos [Alberich, J., Gómez-Fontanills, D., & Ferrer-Franquesa, 2014]. Valero Muñoz (2013) define el color como: “el atributo de la luz que hace corresponder de forma unívoca a cada distribución espectral una sensación. Esta sensación está conectada por la intensidad y duración del estímulo, el estado de adaptación del observador, el área de la retina afectada y el contraste luminoso y cromático con que se recibe”. El color es una percepción humana de la luz reflejada por un objeto. Es una apreciación, que depende de cómo nuestros ojos detectan la luz reflejada y de cómo nuestro cerebro la procesa. Sin embargo, para la industria es un atributo de apariencia de los productos y su observación permite detectar ciertas anomalías y defectos [Delmoro, Muñoz, Nadal, Clementz, & Pranzetti, 2010]. Por consiguiente, el color es una característica que permite juzgar un objeto creando condiciones para la aceptación o rechazo del mismo [Salamanca-Grosso, 2007].

La observación visual para la evaluación del color suele ser, en general, inadecuada debido a varias razones: fatiga visual, dificultad para conseguir iluminación uniforme

y un entorno apropiado, entre otras [Artigas, Capilla, & Pujol, 2002]. Para una evaluación visual de color se recomienda usar una cabina de iluminación donde las condiciones de iluminación sean controladas y se tomen en cuenta aspectos como el iluminante, color de las paredes de la cabina, geometría de observación, evitar incidencia de otras luces, entre otros [Lockuán-Lavado, 2012]. Las Normas Oficiales Mexicanas, NOM-011-STPS-2001 y NOM-025-STPS-2008, establecen límites permisibles para iluminación y ruido en puestos de trabajo, dependiendo de la actividad que se lleva a cabo.

La medición del color ha ido adquiriendo importancia debido al desarrollo industrial. Por lo que en una gran diversidad de sectores industriales, la cuantificación y el control del color son de importancia significativa al ser una característica de calidad [Alonso-Felipe, 2016]. Si los factores ambientales en las áreas de trabajo se regulan convenientemente, estos serán capaces de aumentar el rendimiento general del proceso [Gómez, Perales, Chorro, Viqueira, & Martínez-Verdú, 2016]. Por lo anteriormente expuesto, el objetivo del presente trabajo es el analizar si algunos factores como la iluminación, el ruido, entre otros, tienen influencia en las evaluaciones visuales de color en textiles, ya que en pequeñas y medianas empresas estas evaluaciones no se realizan en las condiciones adecuadas por falta de conocimiento o bajo presupuesto para realizar cambios en las áreas de trabajo. Es por esto que se busca encontrar los factores principales que influyen en las evaluaciones visuales de color en textiles y proponer mejoras, ya sea haciendo uso óptimo de las instalaciones con las que cuenta la empresa o necesitando una inversión de bajo costo.

2. Métodos

Para determinar qué factores afectan las evaluaciones visuales de color en textiles, se realizó experimentación a nivel laboratorio en la que se utilizó un diseño de experimentos factorial completo con un total de 480 corridas realizadas de forma aleatoria, en el que los factores evaluados fueron: iluminación, ruido, color a evaluar y los participantes. Todas las variables con cada uno de los niveles experimentados se presentan en la tabla 1.

Tabla 1 Tabla de variables de estudio.

Variable independiente	Niveles	Código	Variable dependiente	Unidad de medida
Iluminación	Luz cálida 460 Lux	I1	Resultado	1=acierto
	Luz cálida 195 Lux	I2		0=error
	Luz cálida 60 Lux	I3		
	Luz blanca 940 Lux	I4		
Ruido	58 dB	R1		
	95 dB	R2		
Color	color café $\Delta E= 0.43$	A		
	color azul $\Delta E= 1.3$	B		
	color rosa $\Delta E= 5.12$	C		
	color verde $\Delta E= 7.25$	D		
Participante	15	P		

* ΔE =Diferencia de color.

Fuente: Elaboración propia.

Se experimentó con 4 diferentes niveles de iluminación, para los cuales se cambió el tipo de luz y la intensidad del mismo; para probar la influencia del ruido, se realizó experimentación con ruido normal de un salón de clases y para el nivel 2 los participantes se sometieron a ruido industrial durante las pruebas; se evaluaron diferentes colores de telas con 4 niveles de dificultad, y el resultado de las evaluaciones (variable binaria), se registró como "1" si el participante elegía la respuesta correcta y "0" si la respuesta era incorrecta.

Se utilizó una muestra a conveniencia de 15 estudiantes que tuvieran disponibilidad de horario para acudir al laboratorio y participar en todas las sesiones de la experimentación.

Antes de comenzar las evaluaciones, se recopiló información de cada participante (Tabla 2): edad, sexo, uso de lentes y altura a ojo. Para medir la altura al ojo se utilizó un antropómetro modelo ErgoMeasure de la marca ErgoTechMx y para la medición se pidió a los alumnos que no utilizaran tacones. Todos los participantes son alumnos de la licenciatura de diseño industrial de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. La edad de éstos se encuentra entre 19 y 27 años, se contó con 4 mujeres y 11 hombres, y 3 participantes usaban lentes.

Tabla 2 Información solicitada a cada participante.

Participante	Sexo	Edad	Lentes	Altura ojo
P1	Hombre	20	No	1743
P2	Mujer	19	Si	1544
P3	Mujer	20	No	1385
P4	Hombre	23	Si	1609
P5	Hombre	22	No	1688
P6	Hombre	21	No	1669
P7	Hombre	23	No	1575
P8	Hombre	27	No	1609
P9	Hombre	21	No	1782
P10	Hombre	24	No	1615
P11	Mujer	22	No	1555
P12	Mujer	22	Si	1462
P13	Hombre	22	No	1603
P14	Hombre	21	No	1500
P15	Hombre	23	No	1692

Fuente: Elaboración propia.

Se utilizó una estación para evaluación visual de color que consistió de una mesa con fondo gris, con una altura de 80 cm, sobre la cual se colocó el sistema de iluminación a una altura de 130 cm. Se utilizó un dimmer o regulador para cambiar la intensidad de la iluminación y así lograr los 4 niveles que se evaluaron. A un costado de la mesa de evaluación se colocaron las bocinas para reproducir ruido industrial, se utilizó un medidor digital de nivel de sonido Extech Instruments modelo 407732, con el que se regulaban los niveles de ruido a evaluar.

Para llevar a cabo la experimentación, se aplicó la “prueba 2 de 5”, la cual consiste en colocar 5 muestras del mismo color, de las cuales 2 no presentan diferencia de color entre si y las otras 3 restantes son exactamente iguales entre ellas; el objetivo de esta prueba es que el participante logre identificar el par de telas iguales. Las telas utilizadas fueron medidas con un colorímetro y fueron elegidas dependiendo el delta de color (diferencia de color) requerido para preparar las diferentes placas a evaluar. En la figura 1 se presentan las 4 placas evaluadas en la experimentación.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1 Placas preparadas con las telas para realizar las evaluaciones 2 de 5.

Se explicó detalladamente a los participantes el procedimiento que debían seguir durante el estudio y siguiendo la aleatorización del diseño de experimentos se comenzó con las corridas. Después de preparar la estación de medición con los niveles de cada factor dependiendo de la corrida que se realizaría, cada participante fue llamado al área de evaluación. Con la ayuda del medidor de sonido se ajustaron los niveles de ruido establecidos para el experimento, de igual manera se cambiaron los focos (luz cálida o luz blanca) y con el luxómetro de 20000 Lux, Lutron Electronic modelo YK-10LX se medía la intensidad de iluminación para ajustar los niveles de intensidad requeridos para cada corrida del experimento. El participante se colocaba de pie frente al área de evaluación para realizar la prueba “2 de 5”, como se muestra en la figura 2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2 Área de evaluación visual de color.

La placa con las muestras de telas a evaluar se colocaba sobre la mesa y el participante debía elegir, en un máximo de 20 segundos, el par que para él era la respuesta correcta; esto se repetía para las 4 placas de manera consecutiva. El tiempo total en evaluar las 4 pacas fue de 40 segundos en promedio.

3. Resultados

El resultado de la experimentación es una variable binaria, por lo tanto, para el análisis de los datos se realizó una regresión logística binaria utilizando el software Minitab 18. En la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos en la regresión

logística binaria, en la cual se capturaron los factores: iluminación, ruido, color y participantes.

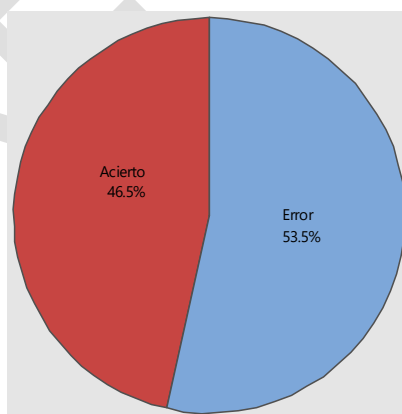
Tabla 3 Resultados de regresión logística binaria.

Fuente	GL	Desv. ajust.	Media ajust.	Valor p
Regresión	20	210.955	10.5478	0.0000
Factores				
Participante	14	37.991	2.7136	0.0010
Iluminación	3	8.597	2.8658	0.0350
Color	3	180.515	60.1715	0.0000
Error	459	452.056	0.9849	
Total	479	663.011		

Fuete: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 3, la iluminación, el color y los participantes son factores que resultaron estadísticamente significativos para esta experimentación, quedando fuera del modelo el factor del ruido. La figura 3 presenta una gráfica con los aciertos y errores totales de los participantes.

Se puede observar en la figura 3 que la mayor parte de las evaluaciones de color realizadas por los participantes fueron incorrectas y que únicamente fueron acertadas el 46.5% de estas.

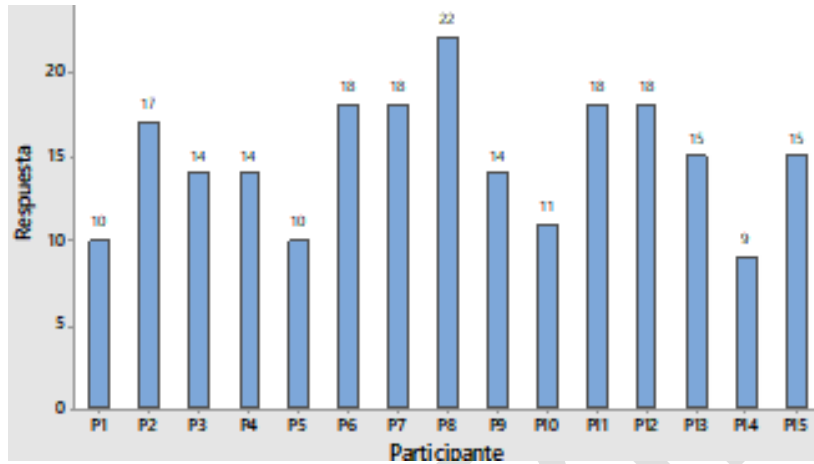


Fuente: Elaboración propia

Figura 3 Porcentaje de aciertos y errores en las evaluaciones de color visuales.

Cada uno de los participantes realizó un total de 32 evaluaciones y en la figura 4 se presenta una gráfica de barras en la que se muestra la cantidad de aciertos que

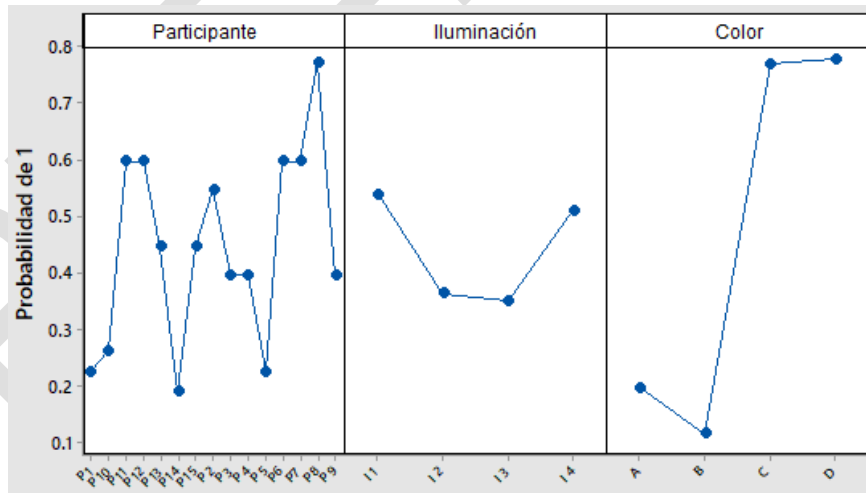
obtuvo cada uno de los participantes. El participante 8 fue el que acertó la mayor cantidad de evaluaciones realizadas mientras que el participante 14 obtuvo la menor cantidad de aciertos, siendo hombres ambos participantes.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4 Total de evaluaciones correctas obtenidas por cada uno de los participantes.

En figura 5 se presentan gráficas de cada uno de los factores que estadísticamente presentan influencia en las evaluaciones visuales de color en textiles.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5 Gráfica de efectos principales.

Se puede observar en la figura 5 que los participantes no presentan un patrón definido; en caso de la iluminación se observa que aumentan los aciertos entre

mayor sea la intensidad de la luz; y para el factor del color evaluado, se obtuvieron mejores resultados con las placas que tenían mayor diferencia de color entre las telas correctas y las incorrectas.

4. Discusión

Con la experimentación realizada en este trabajo se encontró que los participantes resultaron ser un factor estadísticamente significativo en la evaluación visual de color en textiles, ya que cada persona tiene una capacidad de discriminación del color diferente, por lo que se concluye que las personas que realizarán actividades de evaluación de color necesitan ser examinadas con anterioridad para saber si son aptos para dicha actividad y posteriormente ser capacitadas para realizar el trabajo de la mejor manera. Otro de los factores principales es la iluminación, donde de los dos tipos de luces (luz cálida y luz blanca) que se evaluaron, se encontró que hubo mejores resultados con la luz blanca pero no se presentó gran diferencia con las evaluaciones realizadas con la mayor intensidad de luz cálida. El último factor estadísticamente significativo es el color, en el que se demuestra que hay mayor dificultad para elegir las muestras correctas cuando la diferencia de color entre ellas es pequeña. Se pudo observar también que, aunque la placa A con muestras color café tiene un ΔE menor que la placa B con muestras color azul, obtuvo un mayor número de evaluaciones correctas, con lo que se puede concluir que los participantes presentan menor capacidad de discriminar tonalidades azules.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Alberich, J., Gómez-Fontanills, D., & Ferrer-Franquesa, A. (2014). *Percepción visual* (4th ed.). Barcelona, España: Universitat Oberta de Catalunya.
- [2] Alonso-Felipe, J. (2016). *Taller sobre el color y su medición*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.
- [3] Artigas, J., Capilla, P., & Pujol, J. (2002). *Tecnología del color* (Universida). España.

- [4] Delmoro, J., Muñoz, D., Nadal, V., Clementz, A., & Pranzetti, V. (2010, November). El color en los alimentos: determinación de color en mieles. *Invenio*, 145–152.
- [5] Gómez, O., Perales, E., Chorro, E., Viqueira, V., & Martínez-Verdú, F. M. (2016). Visual and instrumental correlation of sparkle by the magnitude estimation method. *Applied Optics*, 55(23), 6458. <https://doi.org/10.1364/AO.55.006458>.
- [6] Lockuán-Lavado, F. (2012). La industria textil y su control de calidad. Tintorería. Perú: Copyleft. Retrieved from <http://fidel-lockuan.webs.com>
- [7] Salamanca Grosó, G. (2007). Criterios relativos al análisis sensorial de mieles. *Departamento de Química - Facultad de Ciencias Básicas*, 1(8). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- [8] Valero-Muñoz, A. (2013). *Principios de color y holopintura*. España: Editorial Club Universitario.