

DOI

<https://doi.org/10.29393/EID8-8FCGR20008>

## EFFECTOS DE LA ILUMINACIÓN DE CROMATICIDAD VERDE VS. BLANCA SOBRE LA ATENCIÓN: UN ESTUDIO EXPLORATORIO CON TECNOLOGÍAS DE INTERFAZ CEREBRO-COMPUTADORA.

EFFECTS OF GREEN VS. WHITE CHROMATICITY LIGHTING ON ATTENTION: AN EXPLORATORY STUDY USING BRAIN-COMPUTER INTERFACE TECHNOLOGIES.

Geraldine López-González \*  
Beatriz Tsukamoto-Uchida \*\*

**Resumen:** Este estudio exploratorio tiene como objetivo evaluar el efecto de la iluminación cromática (verde, cromaticidad  $x, y = 0.302, 0.466 - 520$  nanómetros - y blanca  $x, y = 0.313, 0.37 - 6500$  Kelvin -) sobre la atención en un entorno de oficina simulado, mediante métricas derivadas de una interfaz cerebro-computadora (BCI) y medidas autopercebidas. Doce participantes (18–22 años) realizaron un *Continuous Performance Test* (CPT) bajo dos condiciones lumínicas (verde, blanca) en orden contrabalanceado. Se registraron índices derivados del dispositivo *Emotiv Insight* (principalmente *Attention* y *Relaxation*), desempeño en CPT (aciertos, errores, tiempo de reacción) y carga de trabajo autopercebida (NASA TLX). Se emplearon análisis de medidas repetidas y correlaciones exploratorias. En este estudio piloto, como resultado se encontró que en un entorno con la condición verde mostró picos máximos más altos en la métrica *Attention* (valor máximo observado = 83), pero mostró mayor variabilidad en *Relaxation*. La condición blanca presentó niveles de *Attention* más estables y valores de *Relaxation* en una franja intermedia. No se observaron diferencias aparentes atribuibles al orden de exposición (contrabalanceo). Los resultados sugieren que la iluminación verde podría favorecer episodios de atención elevada en el corto plazo, aunque su efecto sobre la relajación es inconsistente. Dada la naturaleza exploratoria y la muestra reducida, se requiere replicación con mayor tamaño muestral.

**Palabras clave:** Atención, Diseño centrado en el ser humano (HCD), Ergonomía cognitiva, Iluminación cromática, Interfaz cerebro-computadora (BCI).

**Abstract:** This exploratory study aims to assess the effect of chromatic lighting (green, chromaticity  $x, y = 0.302, 0.466 - 520$  nanometers - and white  $x, y = 0.313, 0.37 - 6500$  Kelvin) on attention in a simulated office environment, using metrics derived from a brain-computer interface (BCI) and self-reported measures.

Twelve participants (18–22 years old) completed a Continuous Performance Test (CPT) under two lighting conditions (green, white) in a counterbalanced order. Indices derived from the Emotiv Insight device (primarily Attention and Relaxation), CPT performance (hits, errors, reaction time), and self-perceived workload (NASA TLX) were recorded. Repeated measures analyses and exploratory correlations were employed.

In this pilot study, the green condition yielded higher maximum peaks in the Attention metric (maximum observed value = 83) but exhibited greater variability in Relaxation. The white condition

\* Universidad El Bosque, Bogotá D.C, Colombia. Correo electrónico: [glopezg@unbosque.edu.co](mailto:glopezg@unbosque.edu.co). Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-9016-6980>. Autora de correspondencia.

\*\* Universidad El Bosque, Bogotá D.C, Colombia. Correo electrónico: [tsukamotobeatriz@unbosque.edu.co](mailto:tsukamotobeatriz@unbosque.edu.co). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3416-4033>

showed more stable Attention levels and mid-range Relaxation values. No significant effects attributable to exposure order (counterbalancing) were observed.

The results suggest that green lighting may promote short-term episodes of elevated attention, although its effect on relaxation is inconsistent. Given the exploratory nature and small sample size, replication with a larger sample is required.

**Keywords:** Attention, Human-Centered Design (HCD), Cognitive Ergonomics, Chromatic Lighting, Brain–Computer Interface (BCI).

Recepción: 03.02.2026/ Revisión: 05.04.2026/ Aceptación: 28.04.2026

## Introducción

Este estudio piloto explora cómo la cromaticidad de la iluminación (verde vs. blanca) influye en indicadores de atención medidos mediante tecnologías BCI y pruebas conductuales en un entorno controlado.

Un interfaz cerebro-computador (BCI, por sus siglas en inglés *Brain Computer Interfaces*) es “una tecnología que envía y recibe señales entre el cerebro y un dispositivo externo”, permitiendo la comunicación directa entre la actividad cerebral y máquinas o aplicaciones (EMOTIV, 2025).

### **Contexto: La necesidad de entender la luz de nuestros espacios.**

La iluminación artificial es un componente central de los ambientes interiores contemporáneos y puede influir en variables visuales, fisiológicas y psicológicas relevantes para la salud y el desempeño. En entornos de oficina, la literatura ha descrito asociaciones entre las condiciones de iluminación y distintos indicadores de salud ocupacional, aunque persisten vacíos metodológicos y resultados heterogéneos. En este marco, algunos estudios experimentales han explorado el papel del color de la luz sobre la alerta y el rendimiento en tareas específicas, sugiriendo que la cromaticidad puede modular ciertas respuestas cognitivas; sin embargo, la evidencia disponible sigue siendo preliminar y no permite establecer recomendaciones universales para todos los entornos laborales (van Duijnhoven et al., 2019; Takahashi y Watanabe, 2019; Commission Internationale de l'Éclairage [CIE], 2024).

Aunque la evidencia en neurociencia y psicología del color es creciente, su integración en el diseño de oficinas sigue siendo limitada, con estudios que a menudo se han llevado a cabo en condiciones poco representativas de los entornos laborales reales, lo que limita su aplicabilidad práctica.

Ante este panorama, el diseño industrial puede aportar soluciones que optimicen las condiciones lumínicas en oficinas. Este proyecto plantea un enfoque desde el Diseño Centrado en el Ser Humano (*Human Centered Design HDC*), integrando mediciones cuantitativas mediante BCI y métodos cualitativos de observación y análisis. El objetivo es sentar las bases para el desarrollo de sistemas lumínicos centrados en las necesidades reales de las personas.

El presente trabajo hace parte de un proyecto de grado desarrollado en el Laboratorio de

Ergonomía Cognitiva (ErgoLab), con el propósito de generar evidencia inicial que oriente decisiones de diseño lumínico en espacios interiores.

***Enfoque: Una propuesta metodológica centrada en la luz de cromaticidad verde y la atención.***

## **Objetivos**

### *Objetivo General*

Identificar, de forma exploratoria, la influencia de estímulos lumínicos verdes frente a blancos sobre los niveles de atención en una tarea de demanda atencional, utilizando datos provenientes de una BCI y medidas subjetivas.

### *Objetivos Específicos*

1. Analizar las tecnologías BCI y su aplicabilidad en la medición del impacto de la iluminación en la atención de personas.
2. Determinar la respuesta cognitiva de los usuarios ante distintos estímulos lumínicos mediante el análisis de datos biométricos obtenidos con tecnología BCI.
3. Analizar los resultados del estudio para identificar patrones, diferencias y posibles correlaciones en los niveles de atención frente a los estímulos lumínicos evaluados.

## **Alcance**

Estudio piloto con muestra limitada ( $n = 12$ ) de estudiantes universitarios (18–22 años). Se reconoce la naturaleza exploratoria del trabajo y su limitada generalización debido a: tamaño muestral reducido, breve tiempo de exposición por condición, muestra por conveniencia (estudiantes de Diseño Industrial) y ambiente experimental simulado.

La pertinencia del color verde se sustenta en estudios exploratorios previos, como el de Takahashi y Watanabe (2019), que examinaron efectos de la luz cromática sobre la alerta y el rendimiento; sin embargo, no existe consenso normativo que recomiende específicamente la luz verde para todos los entornos laborales.

A diferencia de enfoques tradicionales, este estudio combina resultados cuantitativos provenientes de la BCI con mediciones de carga auto percibida (NASA-TLX) e información cualitativa sobre percepciones y preconceptos respecto al color de la luz.

La hipótesis principal plantea que la condición lumínica que genera agrado o gusto produce un efecto positivo reflejado en mayores niveles de atención y menor carga mental auto percibida. Una hipótesis alterna propone que la luz verde genera niveles más altos de atención.

## **Materiales y métodos**

### ***Diseño experimental y herramientas empleadas.***

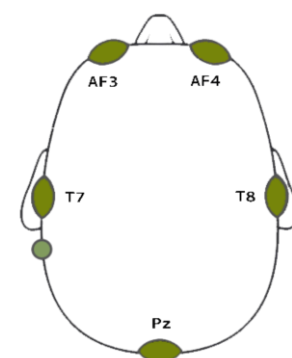
Para el desarrollo del diseño experimental se adoptó un marco metodológico propio del Diseño Centrado en Ser Humano (*HCD*), entendido como un “enfoque en diseño para el desarrollo de sistemas interactivos, que tiene como objetivo hacer los sistemas sean usables y útiles centrándose en las personas, sus necesidades y requerimientos, aplicando los factores humanos/ergonomía, y conocimientos y técnicas de usabilidad. Este enfoque promueve la eficacia y la eficiencia, mejora el bienestar humano, la satisfacción del usuario, la accesibilidad y la sostenibilidad; y contrarresta los posibles efectos adversos del uso en la salud, la seguridad y el desempeño del ser humano”. (ISO 9241-210:2019). Considerando así, la experiencia de las personas participantes y su interacción con el entorno de prueba

## **Materiales**

### *Interfaz cerebro-computadora (BCI)*

Se empleó el dispositivo *EMOTIV Insight*, diadema EEG inalámbrica de 5 canales diseñada para captar actividad cerebral; usan sensores de polímero semisecos para el registro de la actividad cerebral *EMOTIV* (2025), utilizando los puntos AF3, AF4, T7, T8 y Pz del sistema internacional 10–20, método estandarizado para posicionar los electrodos de EEG en el cuero cabelludo. (Figura 1). Las métricas observadas fueron Atención (*Attention*) y Relajación (*Relaxation*), manejados en una escala de 0 a 100 (porcentaje) junto con las otras métricas de rendimiento disponibles (*Stress, Engagement, Interest y Excitement*). De acuerdo con *EMOTIV* (2025), la métrica *Attention* mide la capacidad de mantener el enfoque en una sola tarea, mientras que *Relaxation* evalúa la calma y el enfoque después de un período de intensa concentración.

**Figura 1.** Posición de los electrodos en Emotiv Insight, Puntos AF3, AF4, T7, T8 y Pz del sistema internacional 10–20



Adaptado de *Signal comparison of developed EEG device and Emotiv Insight based on brainwave characteristics analysis*, por S. H. Pratama et al., 2020, *Journal of Physics: Conference Series*.

### *Prueba de rendimiento*

Consistió en la adaptación de un Test de Ejecución Continua (*Continuous Performance Test o CPT*) diseñado específicamente para el presente estudio, con una duración de cinco minutos

por sesión. Su propósito fue evaluar la capacidad de los participantes para mantener la atención sostenida en un estímulo específico, ignorando distractores y respondiendo únicamente ante la aparición del estímulo objetivo. Durante la ejecución se registraron los aciertos, errores y tiempos de reacción. Cada participante recibió un mínimo del 30 % de estímulos objetivo por nivel, conforme al diseño interno del CPT. La tarea consistió en presionar la barra espaciadora únicamente cuando aparecía un estímulo (círculo rojo) mientras que los distractores correspondían a figuras geométricas (círculos, cuadrados y triángulos) de distintos colores, incluido el rojo, siempre que no fueran círculos. Cuando se presentaban varios estímulos de forma simultánea, estos nunca se superponían ni se tocaban; además, no se mostraban dos círculos rojos al mismo tiempo, y las ubicaciones de los estímulos en pantalla variaban sin solapamiento.

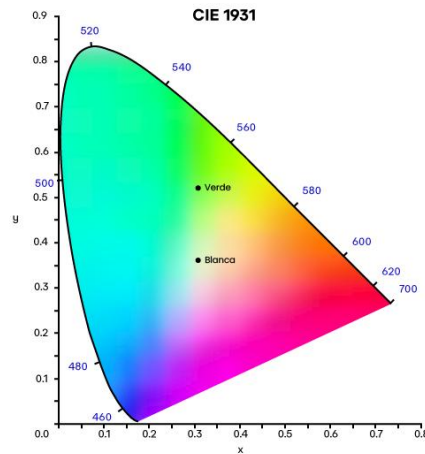
La progresión dentro de la prueba dependía del número de aciertos acumulados: al superar cinco aciertos, el participante avanzaba al siguiente nivel. Con cada nuevo nivel aumentaban tanto la velocidad de aparición de los estímulos como la cantidad de distractores. En total se dispuso de diez niveles, iniciando con uno que incluía únicamente un distractor. Con el fin de evitar efectos de aprendizaje o habituación a la mecánica de la tarea, en la segunda parte de la prueba se modificó el estímulo principal, sustituyendo el círculo rojo por un cuadrado azul, manteniendo la misma lógica experimental y condiciones de presentación.

#### *Medida subjetiva*

NASA TLX (*NASA Task Load Index*), herramienta usada para evaluar carga cognitiva de trabajo percibida. Esta escala permite calificar dimensiones como demanda mental, esfuerzo, frustración y rendimiento percibido, lo que proporciona una visión complementaria a los indicadores fisiológicos (Hart & Staveland, 1988; NASA, 2023). La escala específica se presenta de 1 a 100, categorizado en muy baja (0-20), baja (21-40), moderada (41-60), alta (61-80) y muy alta (81-100).

#### *Condiciones lumínicas*

Iluminación LED regulable (Cinta LED SYLVANIA de 5 mts 24W 12Vdc 30pcs) en dos cromaticidades: verde (Cromaticidad  $x, y = 0.302, 0.466$ ) y blanca ( $x, y = 0.279, 0.293$ ); en un flujo lumínico de 60 lm (lúmenes). Se mantuvo un rango de iluminancia entre 30 y 80 lux durante todas las sesiones experimentales, asegurando la consistencia entre condiciones. El experimento se realizó en una sala con paredes blancas y mobiliario, consistente en un escritorio y una silla dispuestos de manera centrada.

**Figura 2.** CIE 1931 Color Space

Nota. Adaptado de CIE 1931 Color Space [Imagen], por Avery Dennison (2025.),

## **Métodos**

### *Participantes*

Doce estudiantes del programa de Diseño Industrial (6 mujeres, 6 hombres) personas con edades entre 18 y 22 años participaron en la fase final del experimento. Criterios de inclusión: visión normal o corregida, con mínimo de seis horas de sueño la noche previa. Criterios de exclusión: personas con antecedentes de epilepsia, cirugías oculares recientes, consumo de estimulantes (en un rango de seis horas previas probabilístico) o molestias visuales reportadas. Los participantes fueron seleccionados mediante un muestreo por conveniencia, en el contexto del desarrollo de actividades académicas. Es importante señalar la posible influencia de un efecto de novedad, dado que para todos los participantes esta representó su primera interacción con la tecnología BCI. Asimismo, se consideró la posible presencia de preferencias cromáticas individuales, las cuales fueron tomadas en cuenta mediante la aplicación de un cuestionario sobre intereses y preferencias.

### *Procedimiento*

La prueba fue diseñada con dos condiciones lumínicas presentadas en orden contrabalanceado entre los participantes. Cada condición incluyó una sesión de CPT de 5 minutos, una sesión de NASA-TLX y una encuesta de percepción. Antes de la prueba definitiva se realizaron más de cinco ensayos piloto para ajustar parámetros experimentales.

La secuencia general por participante es:

1. Preparación previa de equipos. En esta fase inicial se llevan a cabo las acciones necesarias para asegurar que el entorno experimental y los sistemas de registro se encuentren en condiciones óptimas. Se realiza una verificación sistemática de la

sala mediante un checklist preestablecido, se encienden los equipos de adquisición, EMOTIV *Insight* y de registro audiovisual: cámaras y micrófonos. Creación de carpeta digital destinada al almacenamiento de los datos de la sesión.

2. Recepción y consentimiento. Esta etapa contempla la interacción inicial con el participante bajo un protocolo estandarizado. Verificación de los criterios de inclusión y exclusión definidos por el estudio. Posteriormente, se proporciona información detallada sobre los objetivos, procedimientos y consideraciones éticas, culminando con la obtención del consentimiento informado por escrito.
3. Colocación del equipo y registro de línea base. Se procede a la preparación técnica del participante para la adquisición de datos. Esto incluye la adecuada humectación de los sensores, la colocación del dispositivo de registro (*Insight*) en el participante y la verificación de la calidad de la señal, la cual debe alcanzar al menos un 80% de aceptabilidad. A continuación, se realiza el registro de la línea base, establecida por el software de EMOTIV PRO, en el que el participante permanece en estado de reposo con ojos abiertos y fijación visual en un punto neutro durante aproximadamente dos minutos.
4. Estimulación experimental (Bloque A). En esta fase se presenta el primer conjunto de estímulos bajo condiciones controladas. Se emplea un estímulo visual calibrado. Durante esta exposición se registran diversas medidas:  

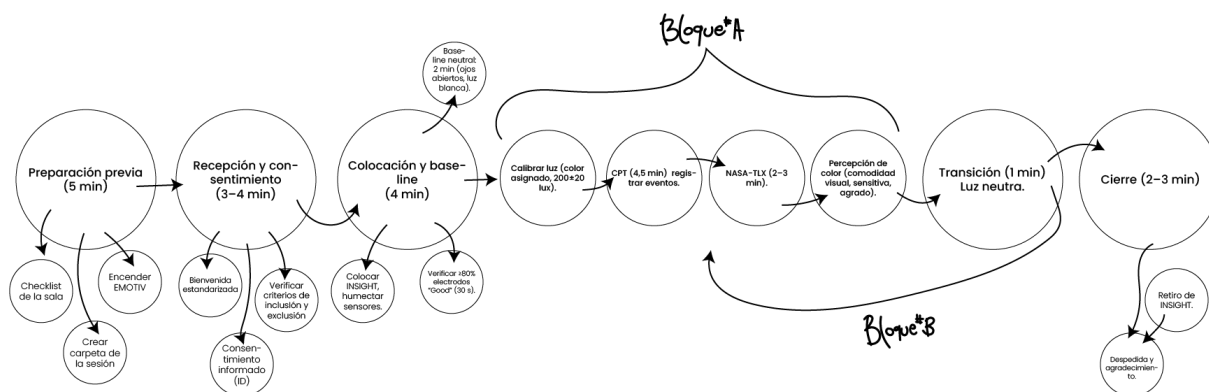
La prueba CPT (*Continuous Performance Test*), con una duración aproximada de 4.5 minutos, para la detección de eventos cognitivos.

La escala NASA-TLX (2–3 minutos), orientada a la evaluación de la carga de trabajo percibida.

Una valoración subjetiva de la percepción del estímulo, considerando variables como comodidad visual, agrado y respuesta emocional.
5. Transición. Se establece un intervalo de un (1) minuto entre bloques experimentales con el propósito de minimizar efectos de acomodación visual. Durante este periodo, el participante es expuesto a una condición de luz neutra que facilita la estabilización de las respuestas fisiológicas y perceptuales.
6. Segunda estimulación experimental (Bloque B). Se desarrolla un segundo bloque experimental que replica la estructura metodológica del Bloque A, pero bajo una condición de estímulo diferente. Esta fase permite realizar comparaciones intra-sujeto y evaluar variaciones en las respuestas en función de las condiciones experimentales.
7. Cierre de la sesión. Finalmente, se procede a la conclusión del protocolo, se retira el equipo de registro (*Insight*). La sesión concluye con una despedida formal y el agradecimiento por la participación.

Los detalles específicos de la prueba se observan en el diagrama de la Figura 3.

**Figura 3.** Diagrama del protocolo experimental.



Elaboración propia.

## Resultados y discusión

### Resultados exploratorios

La tecnología BCI de EMOTIV funciona como complemento de las herramientas cualitativas, porque aporta una medida continua y en tiempo real de estados como la atención. Esta se basa en señales EEG, identificadas por una disminución de la presencia de frecuencia de ondas cerebrales alfa (entre 8 y 12 Hz) y un aumento de ondas cerebrales beta alta (entre 20 y 30 Hz), observados a través del software EMOTIV PRO. Estos patrones coinciden con una elevación en la métrica de *Attention* dentro de las métricas de desempeño, que la neurociencia asocia con un estado de alerta y compromiso con la tarea.

La condición lumínica verde presentó niveles de *Attention* más altos, con un valor máximo observado de 83 (según el rango reportado en el manuscrito). No obstante, la métrica de *Relaxation* mostró mayor variabilidad bajo esta condición (valores aproximados entre 20,5 y 37, ver Tabla 1). Aunque la métrica de *Attention* aumentó en siete (7) participantes, este incremento no siempre reflejó un mayor estado de atención, esto debido a la disociación entre el agrado subjetivo y los niveles de atención: el estímulo que generó mayor agrado no coincidió necesariamente con el que produjo mayores niveles de *Attention*; en algunos casos, una mayor medida de se asoció con sensaciones de exigencia o incomodidad, produciendo un estado de alerta mas no necesariamente un estado de atención sostenida.

Por su parte, la condición lumínica blanca presentó niveles de *Attention* relativamente más estables y valores de *Relaxation* dentro de una franja intermedia (aproximadamente entre 24 y 35, ver Tabla 1). No se hallaron efectos apreciables del orden de exposición (contrabalanceo) en los análisis exploratorios reportados.

Estos patrones concuerdan con la idea, propia de la neuroergonomía, de que los estados cognitivos son multidimensionales y que indicadores fisiológicos y subjetivos pueden divergir (Parasuraman & Rizzo, 2007; Hart & Staveland, 1988).

Dado el carácter exploratorio del estudio y la ausencia de pruebas inferenciales robustas, los hallazgos presentados deben interpretarse como resultados descriptivos orientados a identificar tendencias preliminares, más que diferencias estadísticamente confirmadas.

**Tabla 1.** Datos por participante, promedios calculados sobre 12 participantes. Los valores de *Relaxation* y *Attention* se expresan en escala de 0 a 100 según las métricas de EMOTIV. El nivel de agrado se expresa en escala de 1 a 10. El nivel de NASA-TLX se expresa en escala de 0 a 100.

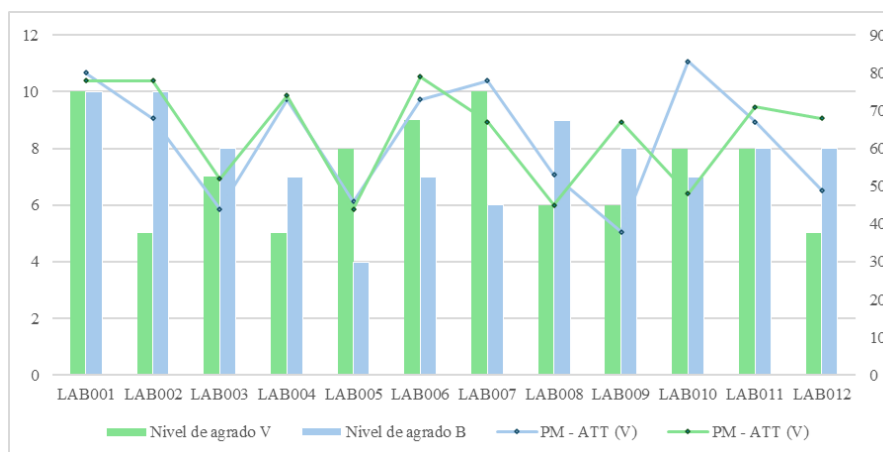
Participante	Promedio Relaxation (Verde)	Promedio Relaxation (Blanca)	Punto más alto de Attention (Verde)	Punto más alto de Attention (Blanca)	Agrado Verde	Agrado Blanco	NASA-TLX Verde	NASA-TLX Blanco
LAB001	33.0	26.0	80	78	10	10	47	30
LAB002	24.0	35.0	68	78	5	10	47	35
LAB003	26.0	28.0	44	52	8	7	53	65
LAB004	26.0	31.0	73	74	7	5	33	33
LAB005	27.0	20.5	46	44	8	4	38	30
LAB006	25.0	31.0	73	79	7	9	48	50
LAB007	21.0	24.0	78	67	10	6	35	40
LAB008	35.0	32.0	53	45	9	6	57	77
LAB009	31.0	37.0	38	67	6	8	42	38
LAB010	28.0	28.0	83	48	8	7	65	70
LAB011	25.0	27.0	67	71	8	8	53	42
LAB012	28.0	32.0	49	68	8	5	48	53

Elaboración propia.

**Tabla 2.** Estadística Descriptiva de Métricas BCI y Subjetivas por Condición de Cromaticidad, Las medidas corresponden a los promedios y niveles obtenidos bajo condiciones de iluminación verde y blanca.

Métrica BCI	Condición	Media ( $\bar{x}$ )	Mediana (Mdn)	Desviación Estándar (DE)	Mínimo	Máximo
<b>Attention (PM-ATT)</b>	Verde	62.67	67.5	15.74	38	83
	Blanco	64.25	67.5	13.35	44	79
<b>Relaxation (Promedio)</b>	Verde	27.42	26.50	3.94	21	35
	Blanco	29.29	29.5	4.64	20.5	37

Elaboración propia.

**Figura 4.** Comparativo de niveles de agrado y niveles de atención.

Elaboración propia.

La figura 4 presenta los niveles de agrado tipo V (verde) y tipo B (blanco) para los participantes LAB001 a LAB012. Además, se muestran las medidas de PM-ATT (Porcentaje más alto en la métrica de *Attention*) correspondientes a cada tipo de agrado, representadas con líneas. El eje izquierdo indica el nivel de agrado, mientras que el eje derecho muestra los valores de PM-ATT.

### ***Reflexiones: Evidencia e interpretación.***

- En la muestra estudiada ( $n = 12$ ), la cromaticidad verde se asoció con niveles máximos de la métrica *Attention* derivada de la BCI; no obstante, la variabilidad de *Relaxation* fue mayor en esa condición.
- La luz blanca mostró un patrón más estable en *Attention* y valores de *Relaxation* moderados.
- El orden de presentación (verde / blanco vs. blanco / verde) no evidenció efectos claros en los análisis descriptivos realizados.
- El agrado subjetivo hacia una cromaticidad no fue un predictor directo de mayores valores de *Attention* en esta muestra.

### **Discusión**

Una de las principales limitaciones del presente estudio exploratorio radica en el método de muestra utilizado. Al emplearse un muestreo por conveniencia, la muestra no es representativa de la población, lo cual limita la generalización de los resultados.

Futuras investigaciones deberían considerar el uso de técnicas de muestreo probabilístico o estrategias que permiten una mayor diversidad y representatividad muestral. Con el fin de mejorar la validez de los resultados.

Desde una perspectiva de diseño, la posibilidad de modular la cromaticidad para

favorecer períodos puntuales de mayor concentración puede resultar útil en contextos laborales que requieran vigilancia o atención focalizada. Sin embargo, esta estrategia podría conllevar un coste en confort o sensación de fatiga si no se gestiona correctamente.

Finalmente, este estudio resalta la necesidad de promover una visión interdisciplinaria en el diseño industrial, donde converjan ciencia, tecnología y sensibilidad humana, con el fin de construir entornos más saludables, sostenibles y centrados en las personas.

## **Conclusiones**

Este estudio piloto sugiere que la luz de cromaticidad verde podría asociarse con episodios puntuales de mayor atención en una muestra joven y sana, en un contexto simulado y controlado. No obstante, estos hallazgos deben interpretarse con cautela, ya que el efecto observado fue exploratorio, de corta duración y no mostró un patrón consistentemente superior en todas las métricas analizadas. Asimismo, la consistencia del efecto sobre la relajación fue limitada y su aplicabilidad práctica requiere estudios con muestras más amplias y diversas. En este contexto, el enfoque HCD resultó pertinente para articular mediciones cuantitativas y consideraciones de diseño.

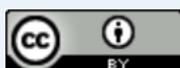
## **Recomendaciones**

### *Recomendaciones para futuras investigaciones*

- Ampliar el tamaño de la muestra y diversificar perfiles (edad, ocupación) para mejorar la generalización.
- Aumentar el tiempo de exposición por condición y evaluar efectos a lo largo de jornadas laborales reales.
- Explorar la interacción entre agrado subjetivo, significado cultural del color y desempeño atencional.

## Referencias

- Asociación Española de Normalización. (2019). *Ergonomía de la interacción persona-sistema. Parte 210: Diseño centrado en el operador para los sistemas interactivos* (UNE-EN ISO 9241-210:2019).
- Avery Dennison. (s. f.). CIE 1931. <https://reflectives.averydennison.com/en/home/learn/learn-sheeting/cie-1931.html>
- Commission Internationale de l'Éclairage. (2024). CIE position statement on integrative lighting: Recommending proper light at the proper time (3rd ed., CIE PS 001:2024). <https://doi.org/10.25039/PS.b2twa77g>
- EMOTIV. (2025). Performance metrics. <https://www.emotiv.com/performance-metrics>
- EMOTIV. (2026). *Emotiv Insight auriculares EEG inalámbricos: La guía definitiva*. Emotiv. <https://www.emotiv.com/es/blogs/news/emotiv-insight-wireless-eeeg-headset-review>
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. En P. A. Hancock & N. Meshkati (Eds.), *Human mental workload* (pp. 139–183). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62386-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62386-9)
- National Aeronautics and Space Administration. (2020, December 15). NASA Task Load Index (NASA-TLX). <https://humansystems.arc.nasa.gov/groups/TLX/>
- Parasuraman, R., & Rizzo, M. (Eds.). (2006). *Neuroergonomics: The brain at work*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195177619.001.0001>
- Pratama, S. H., Rahmadhani, A., Bramana, A., & Oktivasari, P. (2020). *Signal comparison of developed EEG device and Emotiv Insight based on brainwave characteristics analysis*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1505(1), 012071. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1505/1/012071>
- Takahashi, H., & Watanabe, S. (2019). Effects of light colour on work efficiency and alertness. In *Proceedings of the 29th CIE Session, Washington D.C., USA, June 14–22, 2019* (CIE x046:2019, Paper PO043). Commission Internationale de l'Éclairage. <https://doi.org/10.25039/x46.2019.PO043>
- van Duijnhoven, J., Aarts, M. P. J., Aries, M. B. C., Rosemann, A. L. P., & Kort, H. S. M. (2019). Systematic review on the interaction between office light conditions and occupational health: Elucidating gaps and methodological issues. *Indoor and Built Environment*, 28(2), 152–174. <https://doi.org/10.1177/1420326X17735162>



Todos los contenidos de la revista **Ergonomía, Investigación y Desarrollo** se publican bajo una [Licencia Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) y pueden ser usados gratuitamente, dando los créditos a los autores y a la revista, como lo establece la licencia