

Aula cd

Comparación técnica y perceptiva de la iluminación de una obra pictórica con luz led y luz halógena

La fuerte irrupción del Led en todos los campos de la iluminación artificial ha abierto diferentes debates sobre temas tan diversos como ahorro energético, calidad lumínica y salud entre otros.

La mayoría de los museos de arte, muy exigentes con la calidad de iluminación artificial, han ido sustituyendo sus instalaciones antiguas de lámparas de incandescencia halógenas y fluorescentes de alta calidad a las nuevas lámparas de LED. En este sentido la gran pregunta que los iluminadores de museos nos hacemos es si la percepción visual de las obras mantiene sus cualidades o existe alguna diferencia que pueda interferir en la interpretación o comprensión de la obra de arte por parte del observador; especialmente en las obras pictóricas. No siempre es fácil determinar los aspectos cuantitativos i científicamente analizables que influyen en una “sensación” perceptiva. Este trabajo de Final de Máster de la UPC, de la arquitecta Nataly Revelo indaga en buscar posibles relaciones entre parámetros y sensaciones perceptivas en el caso de la iluminación de un cuadro concreto con un lámpara halógena y lámpara Led.

INTRODUCCIÓN

La luz es un lenguaje que condiciona todo lo que se percibe visualmente. No es solamente una magnitud física y técnica, sino que es una forma de comunicación a nivel perceptivo y sensorial. Por definición, la luz es la energía electromagnética correspondiente al espectro visible, que permite que todo alrededor pueda ser percibido a través del órgano de la vista. Si bien, aunque la luz como energía es una sola, existen diferentes fuentes de emisión lumínica, cada una con sus cualidades y particularidades, que han definido su uso en la actualidad.

En este contexto, una de las fuentes de luz tradicionales más utilizadas ha sido la Halógena Incandescente, empleada prácticamente en todos los ámbitos debido a sus características lumínicas y cromáticas. Sin embargo, en los últimos años ha surgido una de las mayores innovaciones en iluminación, la luz Led, la cual ha presentado atributos muy importantes en cuanto a eficiencia energética, potencia y vida útil, significando un gran avance tecnológico en este campo. No obstante, en los dos casos ha quedado pendiente un estudio técnico-perceptivo de la influencia de la luz sobre el individuo.

En cuanto a la Arquitectura y el Arte, la luz actúa como un elemento no solo funcional, sino como el componente armónico del espacio o del objeto iluminado que va a ser percibido por el observador. Al existir la relación entre luz-objeto-individuo, interviene este factor de gran importancia que es la percepción. Se busca que la luz permita receptor la imagen lo más fiel a la realidad y sin ningún tipo de distorsión, por lo que es necesario determinar cuál es la fuente más adecuada para que el observador tenga una mejor apreciación.

Al estudiar la iluminación en museos se debe considerar que son las obras de arte las que dan sentido a la existencia de este espacio. En este caso, la luz proyectada sobre las piezas atiende a una iluminación puntual o de acento, por lo que el enfoque de la investigación se direcciona en el estudio de la luz y su influencia en la percepción de una obra, determinada por una pintura en óleo. Por otro lado, un aspecto importante que se toma en cuenta es el cambio en la iluminación tradicional de los museos, con la sustitución de las lámparas Halógenas por Led. Partiendo de estas condiciones, surge la interrogante acerca de qué tipo de luz resulta mejor para la apreciación de una obra y cómo influye en la percepción visual.

Con estos antecedentes y este cuestionamiento, el artículo presenta la investigación sobre la relación técnica y perceptiva de la Iluminación con luz Led y luz Halógena, mediante el estudio de sus parámetros cromáticos y lumínicos, y la correspondencia que ellos pueden tener en la percepción visual de una obra de arte. A través de este trabajo, se busca dar

un aporte en el uso de las fuentes de luz, considerando la repercusión que tienen sobre la percepción de obras pictóricas.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Tomando en cuenta que la luz influye en la percepción visual de una obra, se plantea que existe una relación técnica – perceptiva entre cada fuente de luz, sugiriendo que es la Luz Led la que genera una mejor percepción visual sobre las pinturas. A partir de esta hipótesis, se plantea como objetivo principal:

- Determinar la fuente de luz que ofrece una mejor apreciación de una pintura, de acuerdo a sus parámetros técnicos y a la percepción visual del observador.

Como parte de los objetivos específicos, se establece:

- Analizar y contrastar las características que tiene la luz Led y la luz Halógena en la iluminación de obras de arte
- Evaluar la relación que existe entre los parámetros técnicos y la percepción visual de las dos fuentes de luz.
- Reconocer cómo afecta el tipo de luz utilizada para iluminar una obra en la percepción visual del observador.

METODOLOGÍA

El trabajo de investigación se presenta como un estudio comparativo, técnico y perceptivo, desarrollado inicialmente con la identificación de la problemática con respecto a la influencia de la fuente de luz en la percepción de una pintura al óleo. Se establece el estado del arte en el que se analizan los antecedentes, fundamentos y referentes relacionados con el uso de luz halógena, Led, iluminación de obras y percepción visual. Posteriormente, se realiza la experimentación para verificar la hipótesis planteada. De acuerdo a las bases teóricas analizadas en el estado del arte, se establece el estudio experimental en dos fases: técnica y perceptiva.

Fase Técnica

La parte técnica consiste en la toma de mediciones de los parámetros de la luz Led y la luz Halógena, considerando para el estudio, la temperatura de color, la iluminancia, la irradiancia y la luminancia. La investigación se centra en estas características lumínicas y cromáticas, ya que a través de ellas se pueden establecer las diferencias técnicas entre las dos fuentes de luz y la repercusión de cada una en la percepción de la obra iluminada. Para que exista una comparación equilibrada era necesario contar con el mismo nivel de iluminación o iluminancia al utilizar los dos tipos de luces, con el fin de valorar la calidad

de la luz, sin que ésta dependa del flujo luminoso o de aumentar el nivel de iluminación. Al obtener la misma cantidad de luz sobre la superficie con las dos fuentes, la percepción iba a poder ser evaluada bajo las mismas condiciones. De igual forma, la apariencia de la luz debía corresponder entre las dos fuentes, utilizando para ello lámparas con una temperatura de color de 3000K, valor recomendado para una correcta reproducción cromática.

Con respecto a la luminancia y la irradiancia, los valores obtenidos de estos parámetros se relacionan con el nivel de iluminación, la energía, el brillo y los colores sobre el cuadro. Al medir la luminancia se está registrando la luz que rebota y que el observador percibe, que además, tiene correspondencia con las longitudes de onda y por lo tanto con la reproducción de los colores sobre la pintura. Mientras que, al medir la irradiancia se obtiene la energía que llega a la obra.

En sí, las mediciones sobre la pintura iluminada permiten realizar la comparación técnica entre los parámetros y determinar el comportamiento de cada tipo de luz.

Fase Perceptiva

Con respecto a la segunda fase, se enfoca en el estudio perceptivo a través de un método cuantitativo – experimental en el que se hace uso de una encuesta. La evaluación consiste en la relación entre los parámetros técnicos y la percepción visual que se tiene de la obra de arte iluminada con luz Led y Halógena. De esta manera, se va a poder interpretar la influencia de la luz en la uniformidad, contraste, deslumbramiento y percepción general de la obra.

En general, con la relación entre los datos cuantitativos y la percepción cualitativa, se busca valorar la influencia de la luz Led y Halógena sobre una obra pictórica, con el fin de conocer cuál es más útil en su apreciación, considerando los parámetros técnicos que intervienen sobre ella.

OBRA Y LUMINARIAS

El cuadro para la experimentación es una pintura al óleo de 40 x 60 cm. Se consideró esta obra para la realización de las pruebas debido a la posibilidad de contar con el cuadro físicamente, así como también, por sus características cromáticas, con colores cálidos y fríos que eran necesarios para la investigación. La pintura presenta contrastes de color, zonas más claras y más oscuras, en las cuales se va a poder notar la influencia de la luz en la percepción de la obra (Gráfico 1).

Con respecto a las luminarias, se contó con proyectores comúnmente utilizados en museos, con el fin de que la experimentación presente datos sobre un escenario real. Para luz Halógena se hizo uso de un

Gráfico 1. Pintura en óleo para la experimentación.



proyector tipo Shuttle de Iguzzini y una lámpara bipin de marca Clar, que presentaba flujo luminoso de 2000 lm, eficacia de 12 lm/W, IRC de 100, potencia de 100 W y voltaje de 24 V. En cuanto a luz Led, se utilizó un proyector tipo Optec Floodlight de Erco, con flujo luminoso de 1080 lm, eficacia de 72 lm/W, IRC mayor a 90, potencia de 15 W y voltaje de 220 V. En ambos casos, la temperatura de color era de 3000 K y su instalación se realizó mediante railes electrificados.

Por otro lado, para la toma de datos de los parámetros técnicos fue necesario utilizar algunos instrumentos de medición, entre ellos el luxómetro para medir el nivel de iluminación (lux), el luminancímetro para luminancia (cd/m²) y el fotorradiómetro para irradiancia (W/m²).

SITUACIÓN DE EXPERIMENTACIÓN

El espacio en el cual se realizó la experimentación es el Taller de Estudios Lumínicos - TEL de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona de la UPC. Aquí, se pudo disponer de un área en cuyo fondo se encuentra un panel blanco de 3m. de altura, sobre el cual se ubicó el cuadro para la toma de datos y posterior encuesta perceptiva. El cuadro fue colocado a nivel de los ojos del observador, considerando una altura promedio de 1,60 m. al punto medio de la pintura, y centrándolo simétricamente en sentido horizontal.

En cuanto a los proyectores, fueron instalados en los railes electrificados hacia el lado izquierdo de la obra (Gráfico 2). Esta disposición tiene como objetivo minimizar la proyección de sombras por parte del observador y evitar el deslumbramiento a causa del reflejo de la luz sobre el objeto expuesto. Además, las luminarias estuvieron direccionadas hacia el tercio inferior de la pintura para que la distribución de la luz sea más uniforme.

Por último, se definió que la posición de los participantes sea frente al cuadro, a una distancia de 1.50 m. con el fin de que la iluminación se pueda percibir correctamente, evitando también, cualquier molestia en la observación.

PROCEDIMIENTO

Después del montaje del espacio de trabajo y la instalación de proyectores, se dio paso a la toma de mediciones con luz Halógena y Led de los parámetros lumínicos: iluminancia, luminancia e irradiancia. Se marcaron 25 puntos a través de una malla reticulada, para poder tomar los datos en toda el área de la pintura.

Como primer requerimiento, la iluminancia debía estar bajo los 150 lux que es el valor permitido para óleos. Fue necesario regular la posición del proyector, la distancia al cuadro y el ángulo de proyección

de cada una de las fuentes, sin que la luz genere deslumbramiento al observador. Ya que el nivel de iluminación debía ser el mismo con Led y Halógena, se llegó a obtener en los dos casos un promedio de 108 lux.

Así también, se midió la luminancia sobre el cuadro y el fondo con el fin de obtener la relación de contraste entre fondo y objeto. Se debe considerar que los valores de luminancia se relacionan con el nivel de brillo que se percibe en la obra y tienen una correspondencia con los colores de la pintura.

Por último, se consideró la medición de irradiancia para obtener la cantidad de energía que llega a la obra, de manera que se podía conocer la influencia de la luz en la percepción de acuerdo al nivel de energía sobre la pintura.

Con estos parámetros técnicos se consigue una caracterización de la luz Led y la Halógena de forma independiente, estableciendo una relación entre las propiedades de cada fuente lumínica. Después de este análisis, se da paso a la comparación técnica entre los parámetros de las dos fuentes para encontrar semejanzas o diferencias entre ellas. Por último, se establece la relación entre luz y percepción a través de la observación de la obra iluminada y el uso de la encuesta, interpretando si existe una correspondencia entre la parte técnica y perceptiva mediante los resultados obtenidos en las dos secciones de la experimentación. En consecuencia, lo que se valora es la influencia de estas magnitudes sobre el resultado visual de la pintura, relacionando cómo la luz que llega a la obra influye en cómo ésta se ve.

Gráfico 2. Iluminación Luz Halógena.



ANÁLISIS TÉCNICO

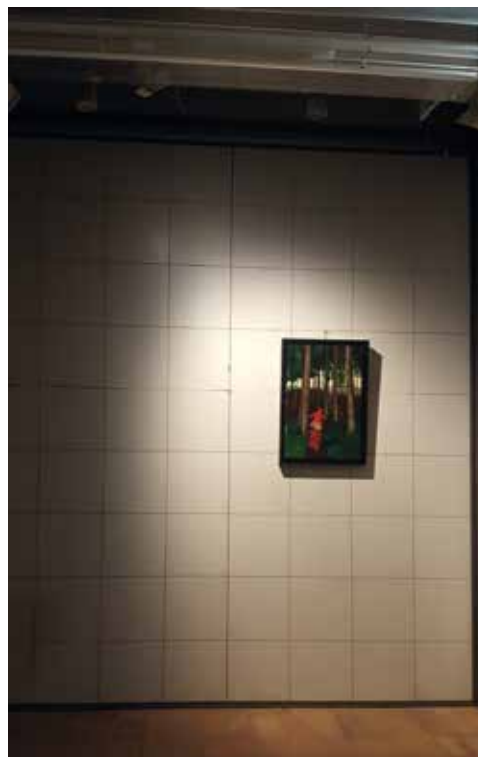
El presente análisis técnico se desarrolla por secciones del cuadro, relacionando las mediciones con cada franja de la pintura y con la diversidad cromática que ésta presenta. Con la comparación entre el cuadro iluminado con luz halógena y luz Led (Gráfico 3), se pueden relacionar los datos de las dos fuentes de luz y apreciar el comportamiento de cada una de ellas.

En primer lugar, los valores de los parámetros con los dos tipos de lucen iban a ser decrecientes debido a la posición del proyector Led y Halógeno hacia el lado izquierdo del cuadro. En cuanto al contraste de luminancia entre fondo y objeto, se obtuvo una relación de 1:5 para luz Halógena y de 1:4 para luz Led, considerando que en ambos casos, el contraste presenta una relación equilibrada que no debería causar molestia al observador. Acerca de la iluminancia, se pudo obtener el mismo valor con las dos fuentes, con lo cual el nivel de iluminación no estaría interfiriendo en la percepción de la obra por una diferencia de luz recibida. De acuerdo a esto, la percepción va a depender de las características propias de cada fuente y no de la cantidad de luz sobre el cuadro. Como se mencionó anteriormente, la irradiancia y la luminancia dependen de la absorción de energía del material y del cromatismo del cuadro, considerando que si existen zonas con colores más claros, la luminancia va a ser más alta, mientras que si se trata de colores opacos ésta sería más baja.

Irradiancia

De acuerdo a los datos obtenidos, se verifica que llega más energía a la obra cuando se utiliza luz halógena (Gráfico 4). Esto está relacionado con la potencia

Gráfico 2. Iluminación Luz Led.



de la lámpara, que es mayor en fuentes halógenas que en Leds. Así también, la irradiancia presenta una tendencia a decrecer muy parecida a la iluminancia, considerando que el nivel de energía que llega al cuadro va a responder a la cantidad y la dirección de la luz proyectada. Aún con esta tendencia, el comportamiento de la irradiancia con Luz Led es mucho más uniforme en la iluminación general de la obra, tomando en cuenta que la pintura va a estar bien iluminada sin necesidad de un exceso de energía.

Luminancia

La luminancia muestra variabilidad en las dos fuentes de luz, presentando picos más elevados de brillo al utilizar Led (Gráfico 5). En sí, la tendencia no varía si hay más o menos luz, pues este parámetro está más relacionado con los colores que tiene la pintura, que con la iluminancia. Por otro lado, la luz Led resalta el brillo propio de la obra, distinguiendo la diferencia de tonalidades y luminosidad con mayor detalle y facilidad. Esto permite destacar la intensidad de los colores, sin necesidad de un aumento del nivel de iluminación. Relacionando además la luminancia con la irradiancia, se puede notar que aún con menos energía del Led en la obra, existe más intensidad de luz que si se utilizara la fuente halógena.

Iluminancia

La tendencia de la iluminancia es decreciente, lo que ocasiona que exista un nivel de iluminación mayor hacia el lado más cercano al proyector que hacia el otro extremo (Gráfico 6). Además, se observa que la iluminación obtenida con Led es más uniforme que con halógena, existiendo menor rango de diferencia de luz entre los puntos extremos de cada sección; por lo tanto la diferencia de iluminación es menos acentuada con Led. Se aprecia también que, independientemente de la cantidad de luz que llega, la luminancia sigue siendo mayor con el Led. En este caso, con menor emisión de energía y un nivel de iluminación similar a la luz halógena, el Led permite percibir una obra mucho más clara y más uniforme.

ANÁLISIS PERCEPTIVO

En esta fase, se realiza un análisis perceptivo cuando se utiliza luz Led y Halógena para iluminar una obra pictórica. La técnica de recolección de datos es la encuesta, para la cual se plantea un cuestionario cuantitativo – descriptivo en el que se relacionan los criterios de percepción con los datos obtenidos a nivel técnico. El objetivo es definir cuál sería el tipo de luz que ofrece una mejor percepción de la pintura.

Las variables utilizadas para el estudio fueron: luz Halógena y Led como independiente, y percepción de la obra como dependiente. Entre los criterios perceptivos se tomó en cuenta el nivel de brillo, intensidad de colores, definición de formas y sombras, molestia en la observación y apreciación general de la pintura con cada fuente de luz.

Gráfico 1. Pintura en óleo para la experimentación.

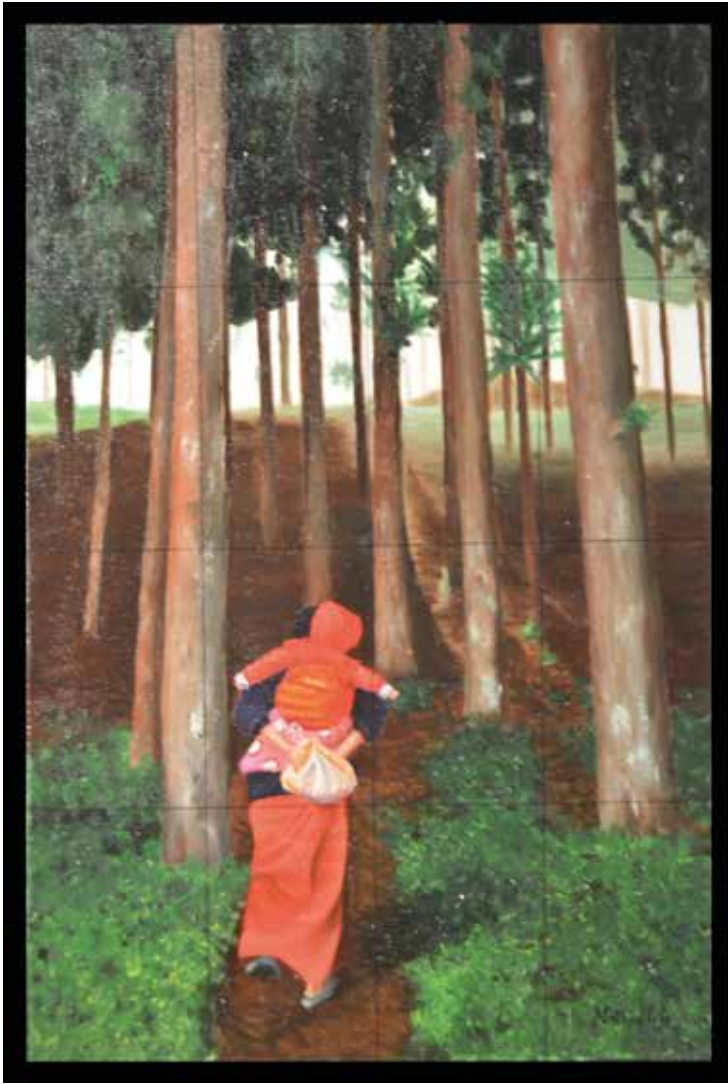


Gráfico 1. Pintura en óleo para la experimentación.

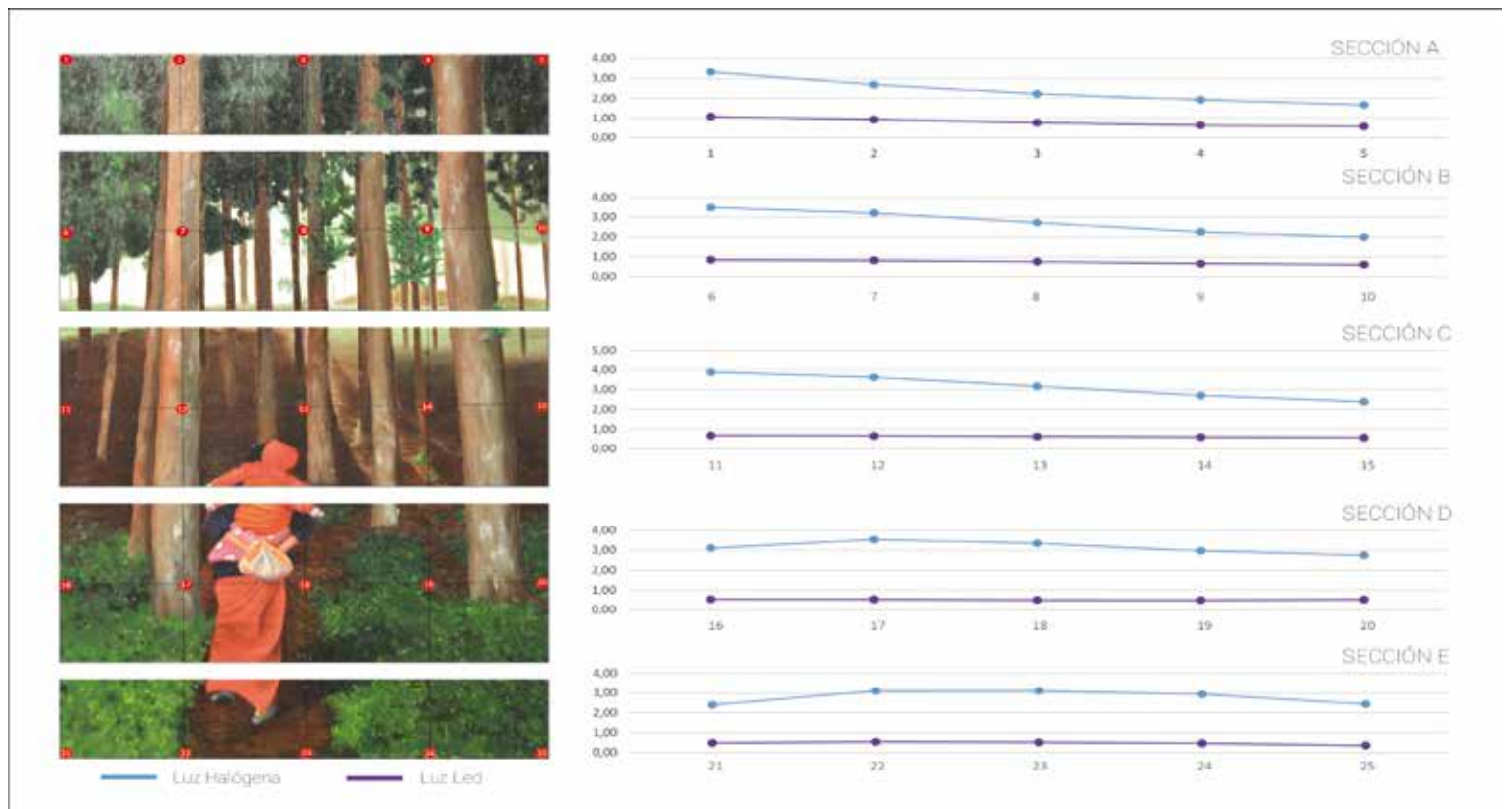


Gráfico 1. Pintura en óleo para la experimentación.

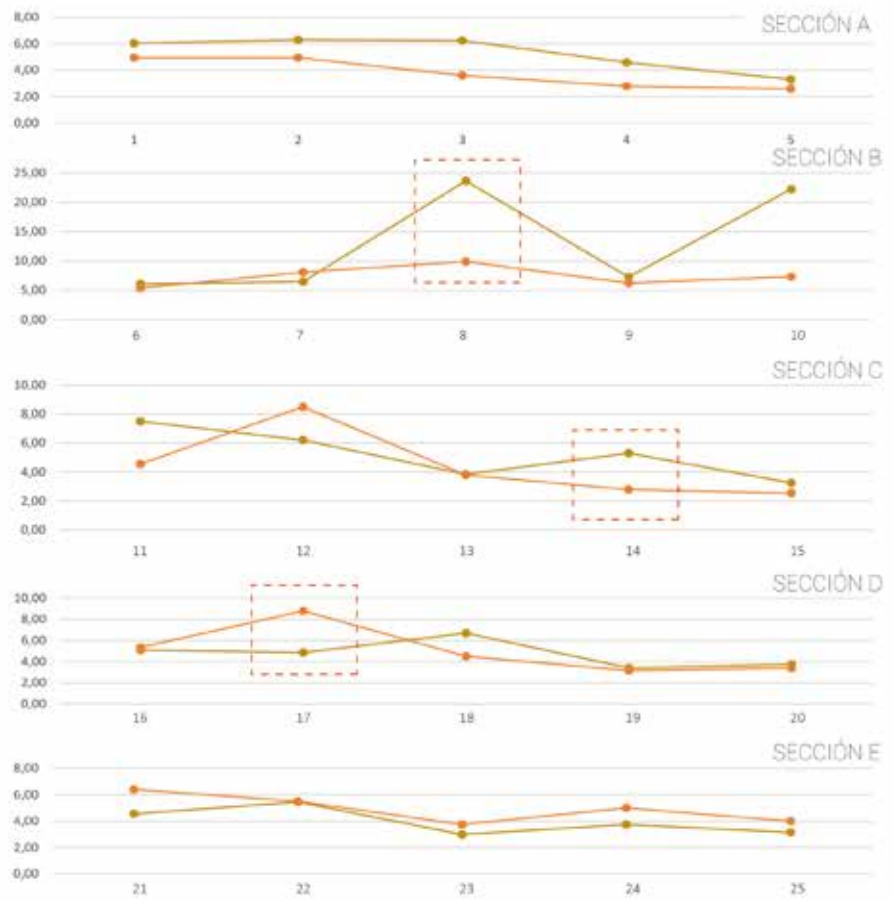
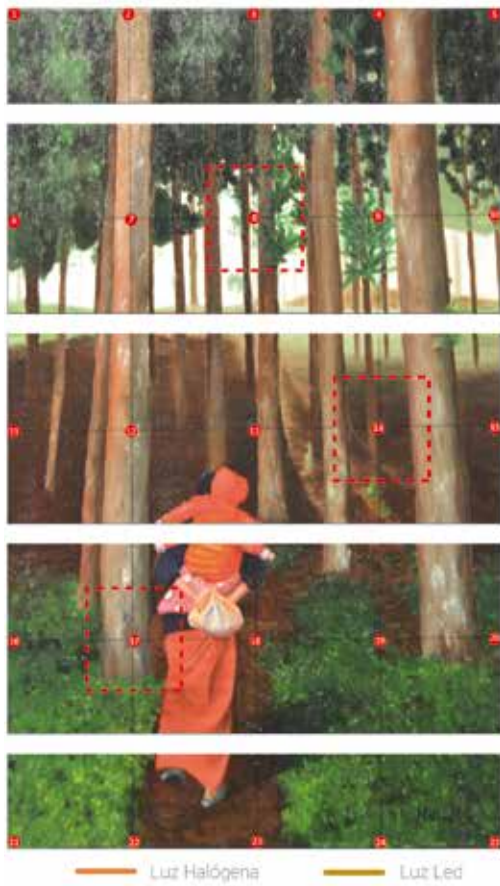
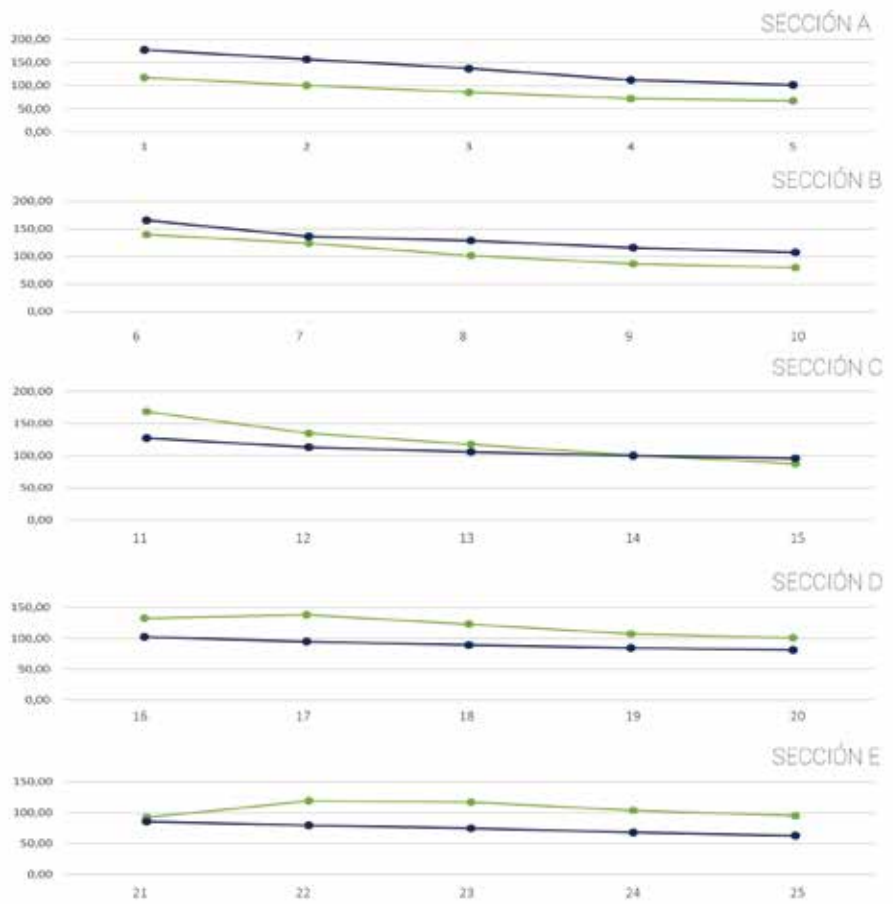
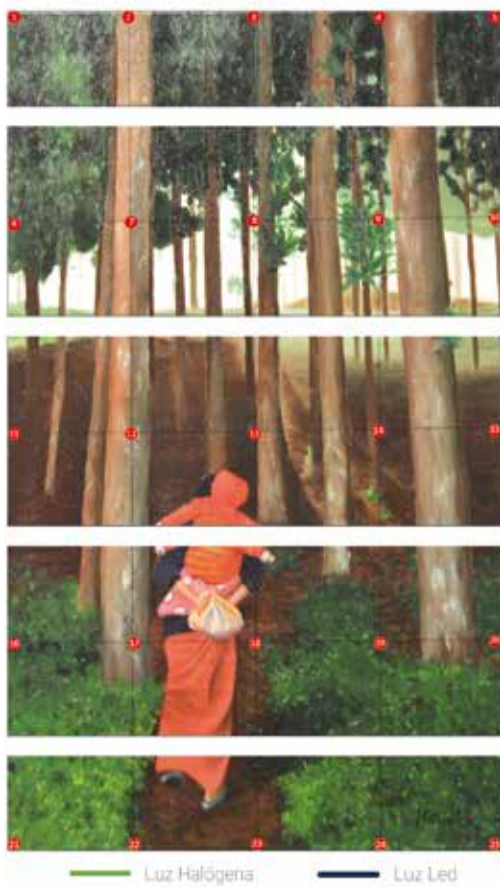


Gráfico 1. Pintura en óleo para la experimentación.



Con respecto a la muestra, se consideraron observadores de formación universitaria y que tengan conocimiento de arte y de luz, sin hacer diferencias por género ni nacionalidad. La edad de los participantes comprendía entre 25 y 35 años, centrándose en la percepción visual del observador independientemente de cualquier otro aspecto. Con esto, la muestra total de la investigación fue de 23 participantes, 16 mujeres y 7 hombres.

En cuanto a la encuesta, ésta fue diseñada en tres secciones: preguntas luz A, preguntas luz B y preguntas comparativas entre luz A y luz B.

En la sección de preguntas luz A, así como en la de luz B se planteó un cuestionario independiente para el cuadro iluminado con luz Halógena y con luz Led respectivamente. Los participantes de la encuesta no recibieron ninguna información sobre el tipo de luz utilizada, con el fin de que no influyan juicios previos que induzcan a ninguna respuesta. Los observadores pudieron evaluar qué tan bien ellos perciben los colores, las formas, las sombras, el brillo y la presencia de zonas opacas en el cuadro iluminado. Además, se cuestionó el confort visual, al preguntar si la iluminación del cuadro generaba alguna molestia en el observador. La valoración de las preguntas estaba evaluada en una escala de 5, que iba desde una apreciación muy alta, alta, normal, baja y muy baja, considerando puntos intermedios que no absoluticen ninguna respuesta.

En la sección de preguntas comparativas entre luz A y luz B se utilizaron fotografías del cuadro iluminado con las dos fuentes de luz, pudiendo observar las dos imágenes al mismo tiempo. Se utilizó esta metodología con el fin de obtener una comparación visual más directa, al poder contrastar la percepción y preferencia de luz cuando se contemplan las fotografías juntas.

Toda la encuesta fue realizada durante 10 minutos en grupos de hasta 5 personas, considerando 3 minutos para las preguntas con Luz A, 3 minutos para las preguntas con luz B y 4 minutos para las comparativas, con una transición de 15 segundos entre cada sección. Con esto, se obtuvieron resultados por observación del cuadro iluminado con cada fuente, y de selección y preferencia por comparación de las imágenes juntas.

RESULTADOS

En base al estudio técnico de la investigación, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Con Luz Led se alcanza un nivel de iluminación mucho más uniforme que con luz halógena.
- Al tener el mismo nivel de iluminación con las dos fuentes, los niveles de luminancia tienden a ser más altos al utilizar Led.
- La irradiancia es mucho menor en valor y más uniforme con luz Led que con luz Halógena.
- El contraste entre fondo y objeto con las dos luces mantiene una relación adecuada para no causar deslumbramiento ni molestia visual.

Respecto a los resultados de la encuesta en la sección individual, observando el cuadro iluminado con cada fuente de luz, se llegó a que:

- La mayoría de participantes tiene una mejor percepción de colores, formas y perfiles con luz Halógena que con luz Led.
- En cuanto a las sombras pintadas, la luz Led tiende a generar una percepción de intensidad media-alta, mientras que la luz Halógena las hace ver con una intensidad media-baja. De acuerdo a esto, el Led está resaltando más la intensidad de los colores que la luz Halógena.
- La mayoría de los observadores perciben el brillo con luz Halógena en un nivel entre normal y alto, mientras que con el Led se obtiene un nivel normal entre alto y bajo, con una distribución más uniforme.
- Ninguna de las luces causa molestia en la observación, ni por falta de iluminación ni por deslumbramiento.

Al realizar la comparación simultánea entre las imágenes iluminadas con luz Led y con luz Halógena respectivamente, se determinó que:

- Con la luz Led se tiene una mejor apreciación de colores, de intensidad de tonalidades cálidas y frías y de definición de sombras. Así también, se prefiere este tipo de luz en los puntos críticos de mayor luminancia y en la apreciación general de la obra. Al realizar esta comparación directa y simultánea, son mucho más perceptibles las diferencias entre las imágenes, por lo que así se puede contrastar cómo se ve la obra con cada fuente. Considerando los datos técnicos que señalan que la luz Led es más uniforme y con luminancias más altas, esto repercute en que esta fuente de luz resalte más las formas, detalles y colores, que es lo que se percibe en esta parte de la experimentación.

CONCLUSIONES

A nivel técnico, la luz Led es mucho más uniforme que la luz Halógena y los niveles de luminancia son más altos, independientemente del nivel de iluminación. En sí, la luminancia con Led permite resaltar el brillo propio de los colores de la obra, ya que a mayor luminancia va a existir mayor reflectancia de color.

En cuanto a percepción, los observadores prefieren luz Led cuando se comparan simultáneamente los dos tipos de iluminación, lo que está relacionado con los parámetros técnicos propios de este tipo de luz.

Por el contrario, cuando se percibe la iluminación de manera independiente e individualizada, los participantes prefieren en su mayoría la luz halógena, lo cual sugiere que la costumbre del ser humano a observar con luz artificial halógena, le hace también tener la sensación de una mejor percepción con esta fuente. Al iluminar con Led, si bien existe una tendencia a una alta aceptación, aún las personas no están adaptadas completamente a este tipo de luz.

Según las respuestas obtenidas, se considera que la luz Halógena genera una percepción desaturada de la imagen, mientras que el Led permite una observación más intensa y nítida. Esta diferencia se concluye tanto a nivel perceptivo cuando se observan las dos imágenes juntas, como a nivel técnico con el estudio de luminancias, estableciendo que aún con una emisión baja de energía y con la misma cantidad de luz que con halógena, se consigue una percepción más clara y nítida de la obra al utilizar luz Led.

Respecto a la investigación, se puede considerar que para un futuro estudio se utilice una muestra más grande en la que intervengan personas con diferentes condiciones para ampliar los resultados. Así también, se pueden realizar pruebas con otro tipo de proyectores y lámparas que tengan diferentes parámetros, con lo cual se pueda conocer la influencia de la luz en la percepción, aumentando o modificando las variables de esta experimentación. Por otro lado, aunque el estudio se ha hecho con una obra en concreto, esta investigación podría ser extensiva a una clasificación de varios tipos de pinturas, que presenten además cromatismos y tamaños diferentes y que nos brinden mayor información en cuanto a percepción con luz Led y luz Halógena. Por último, se debe señalar que al haber realizado una investigación técnica y rigurosa en cuanto a iluminación de obras, se ha podido evaluar los parámetros lumínicos de cada fuente y el resultado visual que se obtiene con ellas, destacando que la percepción de la luz es un tema muy importante y necesario a seguir estudiando y analizando.