

Evaluación del Impacto de la Iluminación Natural y Artificial en un Aula de la Facultad de Arquitectura y Diseño: Percepción Estudiantil y Recomendaciones para un Diseño Interior Adecuado y Confortable

Camila Estrada López¹, Italia R. Quintero Estrella¹, Ivanna Uribe Urbina¹, Mariana Díaz Valdés¹

¹ Universidad La Salle México, Facultad de Arquitectura Diseño y Comunicación. Ciudad de México

ivana.estrada@lasallistas.org.mx, italia.quintero@lasallistas.org.mx,
ivanna.uribe@lasallistas.org.mx, mariana-diaz@lasallistas.org.mx

Resumen. La iluminación para los espacios dedicados a la educación desempeña un papel fundamental en la concentración, y el rendimiento académico de los estudiantes en su proceso de formación. Esta investigación aborda un aula de la Facultad de Arquitectura y Diseño, en donde los estudiantes de estas áreas desarrollan actividades que demandan una alta precisión visual. A través de mediciones técnicas del espacio, modelados en software Dialux y encuestas de percepción a los usuarios, se examinó la calidad lumínica que el espacio brinda. Los resultados arrojaron deficiencias en el confort visual brindado por la iluminación artificial y en la distribución de la luz natural, es por esto que se concluye una propuesta de rediseño lumínico que si este centrado en el usuario, adecuada para sus necesidades y confortable.

Palabras Clave: Confort visual, luminancia, iluminancia

1 Descripción de la problemática prioritaria abordada

La iluminación es un elemento esencial en el diseño de interiores y el diseño arquitectónico, pues además de permitir realizar tareas de la vida cotidiana, influye directamente en cómo se percibe el espacio, el estado de ánimo de los usuarios, la concentración y la salud visual. (ASG Homes, 2024; UNAM, 2018). Una planeación lumínica oportuna contribuye a que los ambientes se vuelvan más confortables y funcionales, optimizando el desempeño de quienes habitamos los espacios. En relación con el ámbito educativo, en diversos estudios se ha demostrado que la calidad de luz e iluminación es fundamental para el aprendizaje, en especial cuando se trata de actividades que requieren de una mayor atención prolongada, como la lectura, el dibujo técnico o el trabajar con pantallas. (Filbak, 2023; Iluminet, 2023). Una iluminación insuficiente podría ser causante de la fatiga visual, de pérdida de concentración y a largo plazo ir sumando más impactos negativos en la salud y el rendimiento académico (Sáez Miguel, 2021; Ingeniería y Eficiencia, 2017). La NOM-025-STPS-2008 determina que los niveles mínimos de iluminación en los centros de trabajo y su aplicación en aulas ha permitido evaluar el cumplimiento de las condiciones lumínicas que los espacios dicen tener. De igual manera, de acuerdo al *IES Lighting Handbook: The Standard Lighting Guide*, normativa utilizada en Estados Unidos, las aulas de clases deberían tener entre 300 y 500 lux. También, según la norma europea *UNE-EN 12464-1*, en aulas para clases nocturnas y aulas de dibujo técnico se recomienda un rango de entre 500 y 750 lux. Sin embargo, investigaciones como la de Chávez Valencia, Ruiz Jaime y Alonso Guzmán (2021) exponen que muchas de las aulas universitarias en México aún son inadecuadas en temas de iluminación, lo que trae consecuencias en la eficiencia energética de los usuarios y su confort visual. Asimismo, el estudio de SciELO Chile (2022) resulta la necesidad de optimizar el diseño de las aulas considerando además de la luz, la distribución, la uniformidad, la temperatura de color y la relación con la luz natural, proponiendo estrategias de diseño pensadas en los usuarios. Esta postura se refuerza con la

propuesta de Illuminet (2023), quien resalta la importancia del diseño lumínico como herramienta pedagógica para fomentar la motivación y el bienestar de los usuarios. Particularmente en carreras como diseño y arquitectura donde se realizan tareas que demandan una precisión visual como el modelado, análisis espaciales, bocetaje, entre otras la calidad de la iluminación cobra una mayor relevancia. Como lo indican Proaño y Mendoza (2024), un entorno iluminado adecuadamente mejora la concentración y el rendimiento, en específico de los estudiantes que acuden a la jornada nocturna, quienes dependen completamente de la luz artificial. En este sentido la iluminación también puede vincularse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible en específico el ODS 3 (Salud y Bienestar) y el ODS 4 (Educación de Calidad) ya que impacta directamente en la salud visual, el confort ambiental y la equidad educativa (UNAM,2018; Feedback,2023). Por ello el realizar diagnósticos técnicos y perceptuales que integren datos cuantitativos como (mediciones y simulaciones lumínicas) con datos cualitativos (percepción estudiantil) con el propósito de ubicar las áreas de mejora. Este enfoque integral ha sido impulsado por instituciones como la Universidad Politécnica de Cataluña (2021), que defienden el promover un diseño interior enfocado en el confort visual como una estrategia pedagógica. Partiendo de esta idea, el presente estudio se desarrolla en una de las aulas de la facultad de arquitectura y diseño en México, donde se realizaron evaluaciones técnicas de iluminación y encuestas a los usuarios, todo con el propósito de identificar las condiciones lumínicas actuales y lograr generar una propuesta que mejore el entorno físico y a la par beneficie e impacte de manera positiva en el desempeño del estudiante.

2 Objetivo

Examinar la percepción y el impacto de la iluminación natural y artificial de un salón de la facultad de arquitectura y diseño, a través de mediciones in situ, modelado digital en el software DiaLux y encuestas realizadas a los estudiantes, con el propósito de obtener información que contribuya a una posible mejora para el confort visual y el aprovechamiento del espacio académico.

3 Propuesta teórico-metodológica

En esta investigación se optó por tener un enfoque mixto, que incluya el carácter descriptivo y exploratorio. En la primera etapa, se realizó la búsqueda bibliográfica, la cual permitió generar nuestro marco teórico y normativo sobre cómo debería de ser la iluminación en espacios educativos, donde se tomen en consideración aspectos para el confort visual, percepción del usuario y estándares oficiales como la NOM-025-STPS-2008 (correspondiente a la normativa mexicana, siendo la referencia principal de este proyecto), en la cual se establecen los requerimientos mínimos de iluminación en los centros de trabajo, para garantizar condiciones seguras y saludables. (NOM-025-STPS-2008,2008)

Seguido a eso, se realizaron mediciones con el Luxómetro de un medidor ambiental de la Marca Grainger México: Medidor ambiental, 0.9 a 44.4mph. El aula tiene un total de 149m², y se seccionó en 4 partes de 37.28m², además de la medición del centro donde convergen los 4 cuadrantes. Se realizaron mediciones en 3 tiempos distintos durante el día, mañana, tarde y noche, esto con el propósito de evaluar los distintos niveles de iluminancia tanto de la luz natural como de la artificial. El modelo de luminaria que se analizó es una luminaria fluorescente lineal empotrada con tubos T8. Las mediciones se realizaron lámpara por lámpara siguiendo las modulaciones de los sectores, ya que en cada sector había de 6 a 8 lámparas, esto con el propósito de identificar las variaciones que se tienen en la intensidad y la distribución de la luz. En una tercera etapa, se aplicó una encuesta estructurada dirigida a los estudiantes de los distintos semestres que utilizan regularmente esta aula, con el propósito de compilar información cualitativa sobre la percepción respecto a la cantidad, el confort y la calidad de iluminación. De la misma manera el impacto que tiene en la concentración y la visibilidad de las actividades académicas. En la cuarta fase, se llevó a cabo el modelo digital del aula en el software Dialux Evo, esta permitió lograr una simulación de la luz artificial teniendo como base la ubicación, orientación, las luminarias existentes y la distribución de mobiliario modular (ya que el acomodo del mobiliario los alumnos o profesores lo pueden decidir), facilitando la comparación entre las condiciones proyectadas y las mediciones reales.

4 Discusión de resultados

Gracias a la evaluación de la iluminación en el aula, creada mediante mediciones técnicas in situ, modelado en un software especial (Dialux Evo 11.0) y encuestas a estudiantes, se obtuvo un diagnóstico sobre las condiciones lumínicas y el confort visual dentro de la misma. Como se puede observar dentro de la figura 1(1.1), nuestro punto de partida fue medir la iluminancia general que presenta el salón con las cortinas cerradas y las luminarias apagadas, esto se realizó utilizando un medidor ambiental con función de luxómetro a una altura de 2.30 debajo de las luminarias, se tomaron mediciones en 5 puntos del aula: Las cuatro esquinas y en el centro de ellas, esto permitió determinar una línea base para el análisis posterior de la iluminación natural y artificial. En la figura 1(1.2) se repitieron las mediciones, pero en esta ocasión con las cortinas abiertas y las luminarias apagadas, con el propósito de evaluar únicamente la iluminación natural recibida al interior proveniente del exterior. Para la figura 1(1.3) si se realizaron cambios, el aula fue seccionada en dos partes con las cortinas abiertas. Se midió la iluminación en el centro de cada sector, manteniendo encendidas únicamente las luminarias correspondientes a “iluminar” ese sector. Esto permitió el análisis del aporte de luz artificial en combinación con la luz natural de forma sectorizada. Para la figura 1(1.4) la medición fue realizada desde el centro del aula con las cortinas y todas las luminarias encendidas, esto con el propósito de conocer el nivel general de iluminancia del espacio en combinación de luz artificial con natural. En la figura 1(1.5) se analizaron las luminarias con las cortinas abiertas y se realizaron mediciones a una altura de 2.30m por debajo de cada luminaria, abarcando un área aproximada de 2.44m². En esta medición fue considerada la luz artificial como el aporte de luz natural recibida. En la figura 1(1.6) se hizo el mismo análisis puntual debajo de cada luminaria, pero con las cortinas cerradas para analizar únicamente el aporte de la luz artificial.

En la figura 2 se presentan las gráficas correspondientes a una encuesta de 14 preguntas, fue realizada con ayuda de la plataforma Google Forms, dirigida a los alumnos de Diseño de Ambientes y Arquitectura que frecuentan el aula en estudio. El objetivo fue recabar información sobre su experiencia respecto a las condiciones lumínicas del espacio. El 42% de las personas encuestadas menciona que la entrada de luz natural es “Aceptable”. En cuanto al alcance de esta luz, el 52.7% la califica de igual forma como “aceptable”, aunque mencionan que resulta insuficiente. Dado este problema, durante el atardecer los alumnos se ven en la necesidad de utilizar la luz artificial del aula, la cual consta de 28 lámparas fluorescentes tubulares, cada una con dimensiones de 0.25 m x 1.25 m. En la encuesta se incluyó una pregunta sobre la suficiencia de la iluminación artificial para las actividades que se realizan, tales como dibujo técnico de planos arquitectónicos, dibujo digital, entre otras. Considerando lo anterior, el 63.2% de los estudiantes respondió que la iluminación artificial es “aceptable”, “insuficiente” o “muy insuficiente”. Asimismo, el 57.9% considera que la distribución de la luz natural entra en las mismas categorías. De acuerdo con las respuestas obtenidas se concluye que los estudiantes consideran que la luz natural tiene un efecto positivo. Sin embargo, el 32% opina que la cobertura es variable dependiendo la zona en la que se encuentran, por otro lado, el 19.7% señala que la luz artificial resulta insuficiente. En cuanto a los problemas de visibilidad asociados a la cantidad de luz en el aula, el 50% de los encuestados lo atribuyen a reflejos y sombras y el otro 50% a dificultades para visualizar el pizarrón o el proyector. El 70% de los participantes percibe la luz artificial como insuficiente, en contraste con el 30% que la considera adecuada para el desarrollo de sus actividades académicas. Las encuestas destacan problemáticas como deslumbramientos, zonas oscuras e insuficiencia de luz artificial, además de una preferencia estudiantil por luz fría, más adecuada para tareas académicas.

El proceso inició insertando en DIALux el plano arquitectónico que previamente se realizó en CAD, el cual fue utilizado como referencia para construir el modelo tridimensional del aula mediante la herramienta Room Elements con la cual se levantaron muros interiores y exteriores. Posterior a ello se modeló el techo con la función Ceiling y se delimitó el espacio de ventanas y puertas a través de la función Apertures, con el fin de replicar el aula con las condiciones reales de iluminación natural. En el apartado de Light se seleccionó una luminaria del mismo catálogo que nos ofrece el programa con especificaciones similares a las existentes en el aula. Las luminarias se distribuyeron en las áreas correspondientes y en la sección de Photometric Data, se le otorga a cada una los lúmenes por unidad con base al análisis previo.

Para simular el mobiliario se utilizaron objetos estándar que los catálogos de DIALux Furnitures and Objects nos ofrecían, y los restiradores se representaron mediante volumetrías predefinidas. En la sección de acabados y materiales se designaron los más similares posibles a Iso reales para muros, pisos y mobiliario, para garantizar una simulación lo más precisa posible. Finalmente, se ejecutó el cálculo integral en el apartado de Calculate All Light Scenes, logrando un informe detallado de los niveles de iluminancia y comportamiento de la luz en el aula, lo que permitió evaluar la calidad lumínica del espacio diseñado, figura 3.

- Algunas de las acciones propuestas son sustituir las luminarias actuales por modelos LED con luz fría (5000K–6500K).
- La redistribución de las luminarias para lograr una iluminación uniforme.
- Incorporar cortinas, filtros o difusores para controlar el ingreso de luz natural.
- Considerar la instalación de sensores o sistemas de regulación de luz artificial.
- Desarrollar una nueva simulación en Dialux Evo con una nueva propuesta de diseño.
- Crear una segunda encuesta para los estudiantes después de la intervención lumínica en el espacio para dar a conocer si se percibió una mejora en el aula.

En conjunto, los tres métodos confirman que la iluminación actual es deficiente tanto en cantidad como en uniformidad, lo cual impacta negativamente en el confort visual y el desempeño académico.

5 Conclusiones y perspectivas futuras

La investigación reveló que el aula no cuenta con condiciones lumínicas adecuadas. La luz natural es apreciada, pero su distribución es desigual, y la orientación del aula no aprovecha bien la luz solar. Las luminarias fluorescentes presentan un desgaste disparejo, confirmado por las simulaciones, que reflejaron un promedio de 130 lux (muy por debajo del estándar normativo, el cual menciona que debería de tener mínimo un promedio de 500 lux). Todas estas acciones propuestas, buscan la mejora del entorno educativo enfocado en el usuario, teniendo en cuenta los ODS 3 (Salud y bienestar) y ODS 4 (Educación de calidad). La evaluación de la iluminación en el espacio se realizó mediante 3 etapas: la medición de luxes con ayuda de un medidor ambiental con función integrada de luxómetro, encuestas a estudiantes y modelado en el software DIALux Evo 11.0. Las mediciones in situ facilitaron el análisis de diferentes escenarios de iluminación natural y/o artificial estableciendo una línea base para el diagnóstico.

Al mismo tiempo se desarrolló un modelo tridimensional del aula en DIALux replicando su arquitectura, su mobiliario y sus condiciones reales con el fin de representar el comportamiento real lumínico del espacio. Los resultados obtenidos nos indican que la iluminación es deficiente en distribución y cantidad. El 70% de los entrevistados considera insuficiente la luz artificial, y más del 50% reporta complicaciones de visibilidad por reflejos, sombras o dificultad para ver el pizarrón. Aunque la luz natural tiene un efecto positivo, la distribución es desigual; es por esto que, entre las propuestas de mejora se incluyen: sustituir luminarias actuales por modelos LED de luz fría, redistribuirse para lograr una iluminación uniforme, controlar el ingreso de luz natural mediante cortinas o difusores, y buscar implementar sensores de regulación.

También se sugiere una nueva simulación con estas mejoras y una segunda encuesta posterior a su aplicación. En conjunto, el estudio concluye que las condiciones actuales afectan el confort visual y el rendimiento académico.

Solución propuesta:

Basado en los resultados obtenidos en la investigación, se propone un rediseño de iluminación y distribución de mobiliario, con el objetivo de mejorar la percepción lumínica, cumplir con los niveles de iluminación de acuerdo con la normativa y mejorar la concentración y el confort visual de los usuarios, como se puede observar en la Figura 4.

Esta solución consiste en el reemplazo de las luminarias actuales por un nuevo sistema que se compone con paneles LED empotrados de 60x60 cm y una estructura metálica con luminarias dirigidas a la nueva distribución del mobiliario.

-Paneles LED 60x60: Se instalarán paneles LED de 60x60 cm con una potencia de 20 watts y 3300 lm distribuidos de forma uniforme en un plafón que respete lo más posible la altura original del aula. Estos paneles cuentan con luz blanca ajustable para las actividades a realizar dentro del

aula. La distribución propuesta ayudará a una distribución regular que permitirá alcanzar un nivel de luminancia constante de entre 450-500 lux, cumpliendo con lo establecido en la normativa NOM-025-STPS-2008, correspondiente a la normativa mexicana, siendo la referencia principal de este proyecto.

-Estructura metálica con luces dirigibles: Complementando los paneles LED, se propone la instalación de una estructura metálica suspendida con luminarias dirigibles de riel, las cuales estarán orientadas específicamente hacia las superficies trabajo distribuidas de la manera propuesta, aportando un enfoque puntual de iluminación, eliminando sombras innecesarias y maximizando la visibilidad.

Se creó una distribución fija de mobiliario que asegurará que cada estudiante reciba la cantidad de luz necesaria. Al obligar a respetar la distribución, se logra una mayor nitidez y enfoque en las actividades a realizar.

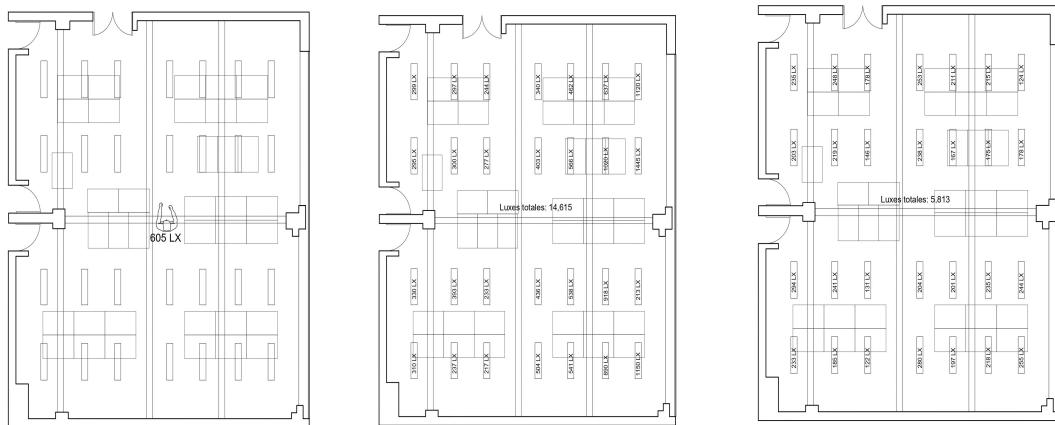
Beneficios de la propuesta: Eliminación de las zonas mal iluminadas y reflejos molestos, mejora del confort visual, reducción de la fatiga ocular y aumento de la concentración, optimización eléctrica, sistema de iluminación adaptable a las actividades a realizar en el aula y soporte técnico medible gracias al software Dialux Evo para garantizar la funcionalidad.

6 Agradecimientos

Agradecemos la participación de la Dra. Maribel Jaimes Torres, por el tiempo dedicado y su acompañamiento durante el desarrollo de esta investigación. Cuya orientación y aportación fue de gran valor para enriquecer este trabajo.

7 Referencias

1. Proaño, H., & Mendoza, A. (2024). Influencia de la iluminación en el rendimiento de los estudiantes de electricidad del ISUCT en la jornada nocturna. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(1), 2098–2113. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i1.173>
2. Chavez Valencia, L. E., Ruiz Jaime, C. L., & Alonso Guzmán, E. M. (2021). Análisis de las condiciones de iluminación en las aulas del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Guanajuato de acuerdo con la NOM-025-STPS-2008 y NOM-007-ENER-2014. *Ciencia Nicolaita*, (82). <https://doi.org/10.35830/cn.vi82.548>
3. NOM-025-STPS-2008. (2008). Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/98362/NOM-025-STPS-2008.pdf>
4. SciELO Chile. (s.f.). *Optimización del diseño de aulas*. Recuperado de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-07002022000100074&script=sci_arttext
5. Universidad Nacional Autónoma de México. (2018). Diseño de iluminación: desarrollo, práctica y educación. *Revista Digital Universitaria*, 19(3). Recuperado de <https://www.revista.unam.mx/2018v19n3/diseno-de-iluminacion-desarrollo-practica-y-educacion/>
6. Sáez Miguel, E. (2021). La iluminación en las aulas como estrategia para un buen aprendizaje. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/entities/publication/5974298b-30ed-4eac-8772-d9b4e3443a5c>
7. Filbak Branding Espacial. (2023). Iluminación en aulas: consideraciones. Recuperado de <https://filbak.com/iluminacion-aulas/>
8. ASG Homes. (2024). La iluminación en el diseño arquitectónico. Recuperado de <https://asg-homes.com/la-iluminacion-en-el-diseno-arquitectonico/>
9. Iluminet. (2023.). ¿Qué importancia tiene el diseño de iluminación en el aula de clases? Recuperado de <https://iluminet.com/diseno-de-iluminacion-en-el-aula-de-clases/>
10. Ingeniería y Eficiencia. (2017). ¿Por qué es importante la calidad de la luz en el aprendizaje? Recuperado de <https://ingenieriyeficiencia.com/calidad-de-la-luz-en-el-aprendiz>
11. DIALux. (2024). *Software de simulación de iluminación*. DIAL GmbH. <https://www.dialux.com>
12. Recommended Lighting Levels in Buildings. (2021, 7 marzo). Archtoolbox. <https://www.archtoolbox.com/recommended-lighting-levels/>
13. Norma europea sobre la iluminación para interiores. (s. f.). UNE 12464-1. Diputació de Barcelona. <https://www.diba.cat/documents/7294824/11610426/E05UNE-12464.1+Norma+europea+para+la+iluminaci%C3%B3n+de+interiores.pdf/7dd66ee0-095f-4c9d-a287-52af544d16b8>



Condición evaluada	Detalle
Instrumento	Luxómetro ambiental Grainger México
Superficie del aula	149 m ²
División espacial	1.7 Tabla de las condiciones de medición con 4 cuadrantes de 37.28 m ² + centro
Número de luminarias	6 a 8 por cuadrante, tipo fluorescente T8
Momentos de medición	Mañana, tarde y noche
Criterio de medición	Lugar de medición x Lugar de medición (en cada cuadrante) y lámpara por lámpara

Figura 1. Distribución de mediciones in situ.

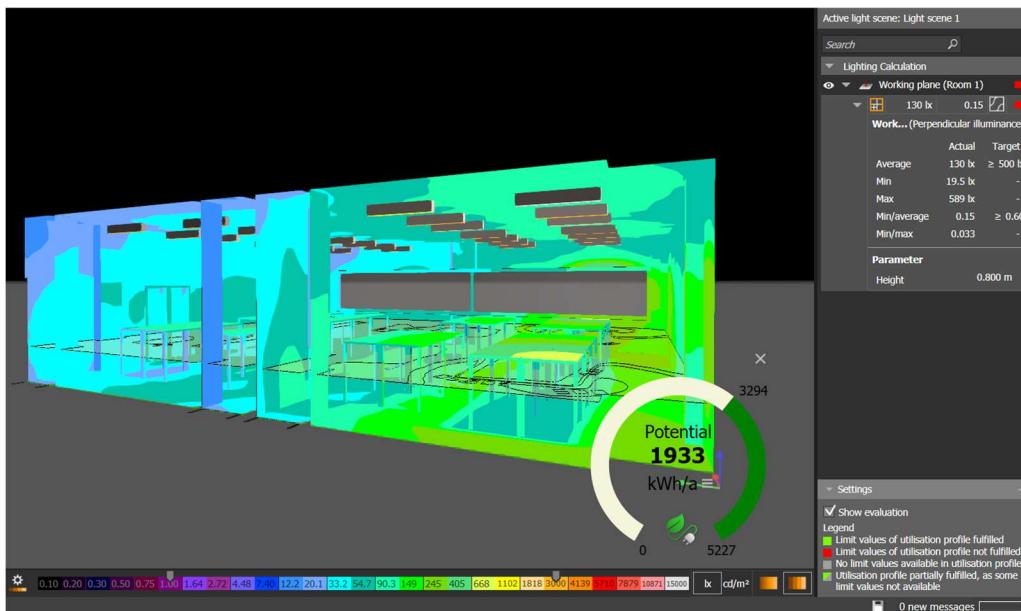


Figura 2. Gráficas de los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a los estudiantes.

