

**Relación entre las condiciones de iluminación y el nivel de agudeza visual en estudiantes  
universitarios**

**Liceth Ardila Cárdenas, Wilson Carrascal Ardila, Karol Daniela Clavijo Mendoza, Luisa  
Fernanda Soler Rincón**

**Trabajo de grado para optar el título de Optómetra**

**Director**

**Martha Lucía Silva Mora**

**Doctor en Bioética**

**Codirector**

**Diana Cristina Palencia Flores**

**Magíster en Epidemiología**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**División de Ciencias de la Salud**

**Facultad de Optometría**

**2024**

## Contenido

Introducción .....	7
1. Relación entre las condiciones de iluminación y el nivel de agudeza visual en estudiantes universitarios.....	9
1.1 Objetivo general .....	9
1.2 Objetivos específicos.....	9
2. Marco referencial .....	9
2.1 Marco teórico .....	9
2.1.1 Agudeza visual .....	10
2.1.2 Medición de agudeza visual .....	10
2.1.3 Factores que influyen en la agudeza visual .....	10
2.1.4 Radiaciones luminosas .....	11
2.1.5 Iluminación y tipos de iluminación .....	11
2.2 Marco legal.....	13
2.2.1 Ley 372 de 1997 .....	13
2.2.2 Ley 650 de 2001 .....	13
2.2.3 Ley 23 de 1982 .....	14
3. Método .....	14
4. Resultados.....	17
5. Discusión .....	22
6. Conclusiones.....	25
Referencias.....	27

**Lista de tablas**

**Tabla 1.** *Descripción de características sociodemográficas y clínicas de los participantes ..... 18*

**Tabla 2.** *Descripción de los resultados de la toma de agudeza visual ..... 19*

**Lista de figuras**

<b>Figura 1.</b> <i>Gráfico de la medición de iluminación en los salones</i> .....	15
<b>Figura 2.</b> <i>Interpretación en grafico de los resultados obtenidos</i> .....	20

### Resumen

**Objetivo:** Analizar la relación entre las condiciones de iluminación y el nivel de agudeza visual en un grupo de estudiantes de la Universidad Santo Tomas en 2024. **Método:** Mediante un diseño observacional descriptivo de series de caso, se evaluaron variables como iluminación, agudeza visual, acomodación y función lagrimal en un grupo de 12 estudiantes. Se midieron los niveles de iluminación en diferentes puntos de dos salones de clase y en los consultorios donde se realizaron las evaluaciones. **Resultados:** una variabilidad significativa en los niveles de iluminación entre los diferentes espacios. Sin embargo, aunque se observaron cambios en la agudeza visual asociados a variaciones en la iluminación, estos no resultaron estadísticamente significativos. **Discusión:** El análisis de las variables clínicas reveló una alta prevalencia de insuficiencia y dificultad de acomodación, así como disfunción lagrimal en los participantes, lo cual podría influir significativamente en la agudeza visual y no estar directamente relacionado con las condiciones de iluminación. **Conclusiones:** Es necesario realizar estudios más amplios y controlados para establecer una relación causal entre la iluminación y la agudeza visual. Se recomienda mejorar las condiciones de iluminación en los espacios de estudio para prevenir síntomas visuales como fatiga y disminuir la probabilidad de desarrollar problemas oculares a largo plazo.

*Palabras clave:* agudeza visual, iluminación y radiaciones luminosas

### Abstract

**Objective:** Analyze the relationship between lighting conditions and the level of visual acuity in a group of university students at the Santo Tomas University in 2024. **Method:** Through a descriptive observational design of case series, variables such as lighting and visual acuity were evaluated, accommodation and tear function in a group of 12 students. Lighting levels were measured at different points in two classrooms and in the offices where the evaluations were carried out. **Results:** a significant variability in lighting levels between different spaces. However, although changes in visual acuity associated with variations in lighting were observed, these were not statistically significant. **Discussion:** The analysis of clinical variables revealed a high prevalence of accommodation insufficiency and difficulty, as well as tear dysfunction in the participants, which could significantly influence visual acuity and not be directly related to lighting conditions. **Conclusions:** It is necessary to carry out larger, controlled studies to establish a causal relationship between lighting and visual acuity. It is recommended to improve lighting conditions in study spaces to prevent visual symptoms such as fatigue and reduce the likelihood of developing long-term eye problems.

*Keywords:* visual acuity, illumination and light radiation

## Introducción

La agudeza visual es la capacidad del ojo para percibir detalles finos y distinguir objetos con claridad, dependiendo de la función de la fovea, una pequeña área en el centro de la retina responsable de la visión detallada (1, 2). La evaluación se realiza utilizando cartillas impresas o proyectadas, y una iluminación adecuada es esencial para garantizar precisión en los resultados (3). Factores como la película lagrimal, la capacidad de acomodación y la iluminación influyen en la calidad visual, y su alteración puede generar fatiga ocular, visión fluctuante y borrosa (4, 5).

La intensidad luminosa, medida en lux, es crucial para la percepción visual. En aulas de clase, una iluminación entre 300 y 500 lux es óptima, reduciendo deslumbramientos y reflejos que alteran la visión (6-8). Los reflejos, causados por superficies reflectantes y ángulos de visión, pueden disminuir la agudeza visual con una variación entre la iluminación alta y baja, debido a la miosis pupilar que mejora la profundidad de foco (9, 10).

Una buena iluminación no solo mejora la percepción visual, sino que también reduce la fatiga ocular y crea un ambiente más seguro y productivo. Estudios demuestran que aumentar la iluminación a 500 lux incrementa la productividad en un 8%, mejora la velocidad de lectura en un 35% y reduce los errores de comprensión en un 45% (11, 12). Estos beneficios son aplicables tanto a entornos laborales como educativos, donde la iluminación afecta el bienestar y rendimiento académico de los estudiantes.

Por ello, este trabajo plantea la pregunta ¿Cuál es la relación entre las condiciones de iluminación y el nivel de agudeza visual en un grupo de estudiantes de la Universidad Santo Tomas en 2024?

Se considera importante evaluar las condiciones de iluminación en las aulas, ya que influyen directamente en el rendimiento académico de los estudiantes y en la salud visual. Este

estudio busca analizar la relación entre la iluminación y la agudeza visual en estudiantes de la Universidad Santo Tomás, sede Floridablanca, durante el periodo 2024-1.

## **1. Relación entre las condiciones de iluminación y el nivel de agudeza visual en estudiantes universitarios**

### **1.1 Objetivo general**

Analizar la relación entre las condiciones de iluminación y el nivel de agudeza visual en un grupo de estudiantes de la Universidad Santo Tomas en 2024.

### **1.2 Objetivos específicos**

Describir las características sociodemográficas y clínicas en un grupo de estudiantes universitarios de la Universidad Santo Tomas en 2024.

Valorar la agudeza visual, iluminación, reflejos pupilares, acomodación, película lagrimal y diámetro pupilar en un grupo de estudiantes de la Universidad Santo Tomas en 2024.

## **2. Marco referencial**

El marco referencial presentara en primer lugar un marco teórico en el que se recordaran las teorías sobre agudeza visual y la iluminación, y un marco legal en el que se fundamenta este trabajo como lo es la ley 372, la ley 650 y la ley de derechos de autor.

### **2.1 Marco teórico**

Para esta investigación se definió como parte de la base teórica aclarar los temas de agudeza visual, medición de agudeza visual, factores que influyen en la agudeza visual, radiaciones luminosas y tipos de iluminación.

### ***2.1.1 Agudeza visual***

La agudeza visual es la capacidad de percibir con claridad los detalles y distinguir los objetos con nitidez. Representa la capacidad de discriminación espacial del ojo humano, o sea, la habilidad para identificar y diferenciar dos puntos separados en el espacio (1). Esta medida depende del funcionamiento de la fovea, que es una zona diminuta situada en el centro de la retina, especializada en la visión aguda y detallada del mundo que nos rodea (2).

### ***2.1.2 Medición de agudeza visual***

La medición de la agudeza visual se suele hacer mediante cartillas impresas y cartillas proyectadas, que tienen el mismo propósito: evaluar la capacidad de una persona para ver con claridad. Es importante que la iluminación de la sala sea adecuada para que el paciente pueda distinguir la carta con claridad. Durante la evaluación, el paciente puede leer las letras o símbolos en voz alta e indicar con qué ojo puede verlos con nitidez (3).

### ***2.1.3 Factores que influyen en la agudeza visual***

La agudeza visual se ve influenciada por varios factores, entre los cuales se encuentra el del individuo como; la calidad de la película lagrimal, la capacidad de acomodación, y en los ambientales; la iluminación y reflejos. La alteración de los factores mencionados puede generar fatiga ocular, visión fluctuante y borrosa e incluso astenopia. La ruptura de la película lagrimal puede ser una causa directa de la visión borrosa, un problema comúnmente observado en pacientes con ojos secos (4). Por otro lado, la acomodación juega un papel crucial en la agudeza visual, ya que se refiere a la capacidad del ojo para ajustar su poder refractivo con el objetivo de obtener una

imagen nítida en la retina de los objetos que se desean visualizar, independientemente de su distancia (5).

#### ***2.1.4 Radiaciones luminosas***

La radiación luminosa es la fracción percibida de la energía transportada por las ondas de luz y que se manifiesta sobre la materia de distintas maneras. Debe distinguirse entre intensidad física de una radiación luminosa o luminancia, que depende de la luminancia y de otros factores, que son; grado de adaptación a la oscuridad, juego de contrastes y efecto de Purkinje. Habiendo adaptación de luz en el ojo se comprueba una agudeza visual extraordinaria en la fóvea que decrece a la mitad en el borde de la mácula lútea y cae al 1/40 del valor foveal en el resto de la retina. En el ojo adaptado a la oscuridad, la agudeza visual es nula en la fóvea, comienza a su alrededor, y se mantiene a bajo nivel en el resto de la retina, aunque mayor que el correspondiente al de la visión diurna. La agudeza visual depende sobre todo de los conos, y es máxima en la fóvea y de día (6).

#### ***2.1.5 Iluminación y tipos de iluminación***

La iluminación es la luz que incide sobre un objeto y puede ser transmitida, absorbida o reflejada (8). Según el origen de la fuente se clasifica en iluminación natural o artificial. También existen tres tipos de niveles de iluminación que pueden generar fluctuación en la agudeza visual (AV), baja, media y alta, por lo que los valores en LUX son estos: para una mínima intensidad lumínica (hasta 300 lx), media intensidad (hasta 500 lx), y máxima intensidad (750 lx) (7). Se considera que entre 300 y 500 lux es una iluminación adecuada para un aula de clase (8).

Los reflejos están causados por deslumbramiento que puede ser molesto y genera incomodidad en la visual (9). Los reflejos están relacionados con la iluminación dependen del

material de la superficie que se está observando y del ángulo que existe entre lo que se observa y el observador. Por consiguiente, podemos afirmar que existen evidencias suficientes para considerar que la medición de la agudeza visual está condicionada por la iluminación ambiental y los reflejos generados. Sin embargo, la variación en la medición no parece ser demasiado significativa, siendo de solo 0.147 al pasar de la iluminación ambiental máxima a la mínima. Esta variación se atribuye a la reducción de aberraciones ópticas y la mejora en la profundidad de foco proporcionada por la miosis pupilar (10).

En el caso particular de una iluminación adecuada se puede observar con facilidad los contornos, reduce la fatiga visual y contribuye a un ambiente laboral más seguro. Además, se ha demostrado que mejorar la iluminación de 300 a 500 lux conlleva un aumento del 8% en la productividad. Los hallazgos del efecto de la iluminación sobre diversos aspectos laborales influyen desde la seguridad hasta el bienestar y la productividad (11). Se puede considerar que el ambiente del aula de clase es equivalente para los estudiantes al ambiente laboral para los trabajadores. Es por esto por lo que se piensa de la iluminación afecta el bienestar y el rendimiento académico.

Por lo tanto, la iluminación es un elemento fundamental que influye directamente en la experiencia educativa. Estudios realizados en la clínica de psicología infantil y juvenil del hospital de Hamburgo por el profesor Schulte-Markwort, han demostrado que una correcta iluminación en el aula ayuda a incrementar un 35% la velocidad lectora, a la vez que reduce un 45% los errores en la comprensión. Además, disminuye el riesgo de afecciones oculares como: fatiga visual, disfunciones acomodativas, entre otras. Por eso es interesante evaluar las condiciones de iluminación en las aulas de clase de la institución educativa (12).

## **2.2 Marco legal**

Para esta investigación se definió como parte de la base legal, se va a definir las leyes que aprueban y apoyan este tipo de proyectos, como lo son las leyes:

### ***2.2.1 Ley 372 de 1997***

Esta normativa es clave en la regulación del ejercicio profesional de la Optometría. Trata temas como los riesgos inherentes a la práctica y los diferentes campos de acción de los optometristas. Un aspecto fundamental es proteger los derechos de los pacientes, en línea con el objetivo de la investigación médica: entender las enfermedades para desarrollar soluciones que mejoren la calidad de vida de las personas.

### ***2.2.2 Ley 650 de 2001***

Esta ley establece el código de ética de los profesionales en Optometría. Reconoce a la Optometría como una carrera del área de la salud que requiere una formación universitaria completa y con sólidos fundamentos científicos, técnicos y humanísticos. Regula actividades relacionadas con la prevención, promoción y tratamiento de problemas oculares y del sistema visual mediante exámenes, diagnósticos y procedimientos. Además, se encarga de crear el Consejo Técnico Nacional Profesional de Optometría, cuya misión es velar por los derechos y responsabilidades de los optometristas. Cabe destacar el artículo 13, que prohíbe a los optometristas aplicar técnicas clínicas o tratamientos experimentales. Si se necesita investigación, se deben seguir las pautas de la Resolución 8430 del 4 de octubre de 1993, que define los requisitos científicos, técnicos y administrativos para la investigación en salud.

### ***2.2.3 Ley 23 de 1982***

Esta ley protege los derechos de autor de creadores de obras literarias, científicas, artísticas y audiovisuales. También regula el uso de textos de otros autores para fines de investigación o creación de conocimiento. La normativa incluye disposiciones legales para crear textos como libros, folletos y otras obras escritas, para evitar su uso indebido. Los autores deben garantizar que sus creaciones sean originales, bien estructuradas y correctamente divulgadas, y siempre deben dar crédito a quienes hayan colaborado en el desarrollo de estas. Además, la ley resguarda los nombres de medios de comunicación audiovisuales por un año tras su última emisión. Por otro lado, permite citar a otros autores siempre y cuando se les dé el debido reconocimiento mediante una referencia adecuada. El uso de fragmentos de publicaciones, como grabaciones o imágenes, debe estar justificado y contar con la correcta mención de la fuente.

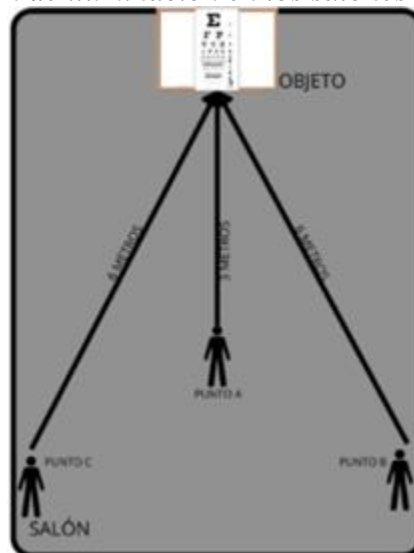
## **3. Método**

Para esta investigación se aplicó un estudio observacional descriptivo tipo serie de caso, en el que la población fue el 100% de los estudiantes matriculados en la facultad de optometría de la Universidad Santo Tomás para cursar noveno semestre 2024-1. Para la selección de los registros participantes se tomó en cuenta como criterios de inclusión: estudiantes matriculados en la facultad de optometría de la Universidad Santo Tomás de noveno semestre, de cualquier edad y género, residente de Bucaramanga y su área metropolitana, estudiantes colaboradores. El criterio de exclusión fue: mal estado de la corrección óptica. Se usó un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a cantidad de estudiantes no permitían a un muestreo aleatorio se decidió por un muestreo no probabilístico en el que se seleccionaron las personas por facilidad de acceso.

Se evaluaron variables como sexo, edad, agudeza visual, iluminación, reflejos, acomodación, película lagrimal y diámetro pupilar. Se realizó un análisis univariado dependiendo el nivel de medición de las variables, para variables cualitativas se utilizaron distribuciones de frecuencia, para variables cuantitativas se evaluó la distribución con coeficiente de simetría y curtosis y se describieron con la medida de tendencia central y dispersión correspondientes. Para el análisis bivariado se utilizó chi-cuadrado.

Se inicio el trabajo realizando las medidas de iluminación con un luxómetro en 4 puntos específicos, en el centro del salón a 3 metros del tablero con un ángulo de  $90^\circ$ , a la derecha 6 metros del tablero ( $47^\circ$ ) y la izquierda 6 metros al tablero ( $50^\circ$ ), en 12 salones del Edificio Santander. (ver imagen 1). Para seleccionar dos salones, uno en condición baja y otro en alta. De igual forma se realizaron las mediciones de iluminación en los consultorios donde se tomó la AV, la medición se hizo donde se encuentre el observador y el objeto.

**Figura 1.** *Gráfico de la medición de iluminación en los salones*



Se procedió a explicar el trabajo a los potenciales participantes, se llevó a cabo la socialización del consentimiento informado, una vez firmado este, en el consultorio asignado en la Clínica de Optometría de la Universidad Santo Tomás - Floridablanca, se realizó la medición de la A.V. binocular en las condiciones habituales del estudiante la cual fue registrada en escala LogMAR con optotipo LEA de números, la evaluación del sistema acomodativo utilizando los test de flexibilidad y amplitud de acomodación, las pruebas para evaluar el estado de la película lagrimal utilizando los test de BUT y Schirmer, una vez registrados los datos obtenidos de estas pruebas, se procedió a tomar la agudeza visual en los dos salones seleccionados del Edificio Santander. En cada salón, se midió la agudeza visual a una distancia de 3 y 6 metros de la cartilla y en tres puntos estratégicos (centro, derecha e izquierda). (ver imagen 1). Por último, se registraron en el formato los valores obtenidos de la agudeza visual, se registró la toma de agudeza visual compensando la distancia a 3 metros en los puntos b y c.

Por tratar de un estudio de serie de caso en el cual no se realizó selección aleatoria de participantes, el estudio es susceptible de selección sin embargo este sesgo no fue posible eliminarlo por la poca cantidad de población que se disponía, es poco probable que el estudio tenga sesgo de información dado que se utilizó método estandarizado y objetivo de la agudeza visual; Adicionalmente el instrumento (optotipo) es habitual para la realización de este examen y dado el caso de corto tiempo de las tomas, es poco probable que este haya influido en los valores de agudeza visual obtenido, como los participante eran estudiante de optometría se cambiaron los test, el orden se preguntaban el estímulo para evitar que dieran una respuesta cuando realmente no estaban viendo el optotipo. En cuanto a la confusión en esta investigación se está evaluando el efecto de un posible confusor sobre la agudeza visual

Durante el desarrollo del proyecto se dio cumplimiento a la resolución 8430 de 1993 del ministerio de salud, El estudio revela un potencial riesgo psicológico relacionado con la agudeza visual en el aula, especialmente en condiciones de baja iluminación. Tomando en cuenta que la toma de agudeza visual es habitual en los exámenes de salud visual (oftalmología y optometría), que no se trata de un examen invasivo, el riesgo de participar en el estudio es menor que el mínimo incluido un riesgo psicológico dado que al trabajar con estudiante de optometría del último semestre, ellos conocen sus valores de agudeza visual y el valor obtenido no habrá sorpresa para ellos, teniendo en cuenta los principios planteados en la declaración de Helsinki y los principios éticos de Autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia

#### **4. Resultados**

En el estudio participaron 12 estudiantes de noveno semestre, en la población evaluada se encontró un mayor número de pacientes del sexo femenino con una representación de 58% (7 personas) y la mediana de edad fue 22,5 años con una máxima de 38 y una mínima de 20 años (ver tabla 1).

La iluminación para los consultorios fue de 544 LUX, mientras que en el salón A el promedio de iluminación general fue de 1066 LUX lo que quiere decir que se obtuvo una iluminación alta, mientras que en el salón B el promedio de iluminación fue de 288 LUX que representa una iluminación baja. El día que se realizó la recolección de datos fue el día 18 de mayo en la ciudad de Floridablanca donde las condiciones climáticas eran favorables ya que se hizo en un día parcialmente soleado.

En relación con las características clínicas el 50% (6 personas) de los participantes presentaban insuficiencia de acomodación en el ojo derecho y el 42% (5 personas) en el ojo

izquierdo. El 25% (3 personas) presentaba infacilidad de acomodación en el ojo derecho y de 58% (7 personas) en el ojo izquierdo. El 8% (1 persona) presentaba síndrome de ojo seco (EOS) acuodeficiente en el ojo derecho y un 17% (2 personas) en el ojo izquierdo. El 100% presentan disfunción lagrimal en ambos ojos.

**Tabla 1.** Descripción de características sociodemográficas y clínicas de los participantes

<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia Absoluta</b>	<b>Frecuencia Relativa (%)</b>
Femenino	7	58
Masculino	5	42
Insuficiencia de acomodación		
OD	6	50
OI	5	42
Infacilidad de acomodación		
OD	3	25
OI	7	58
Ojo seco acuodeficiente		
OD	1	8
OI	2	17
Disfunción lagrimal		
OD	12	100
OI	12	100

En el consultorio la mediana de la AV fue 0.0000 (AV 20/20), con mínimo 0.3 (20/40) y máxima AV -0.3 (20/10). La toma de AV en el salón 1 en el punto A presenta una mediana de 0,07 (20/25+1 o 20/25+2) y una moda de 0,08 (20/25+1), con mínimo -0.3 (20/10) y máxima AV 0.2 (20/32), en el punto B se evidencia una mediana de 0,09 (20/25 o 20/25+1) con una moda de 0,1 (20/25), con un mínimo -0.1 (20/16) y un máximo 0.3 (20/40), en el punto C se observa una mediana 0.09 (20/25-1) y una moda de 0,1, el mínimo -0.2 (20/12.5) y máximo 0.3 (20/40); en la tabla 2 se presentan los resultados de las tomas de AV.

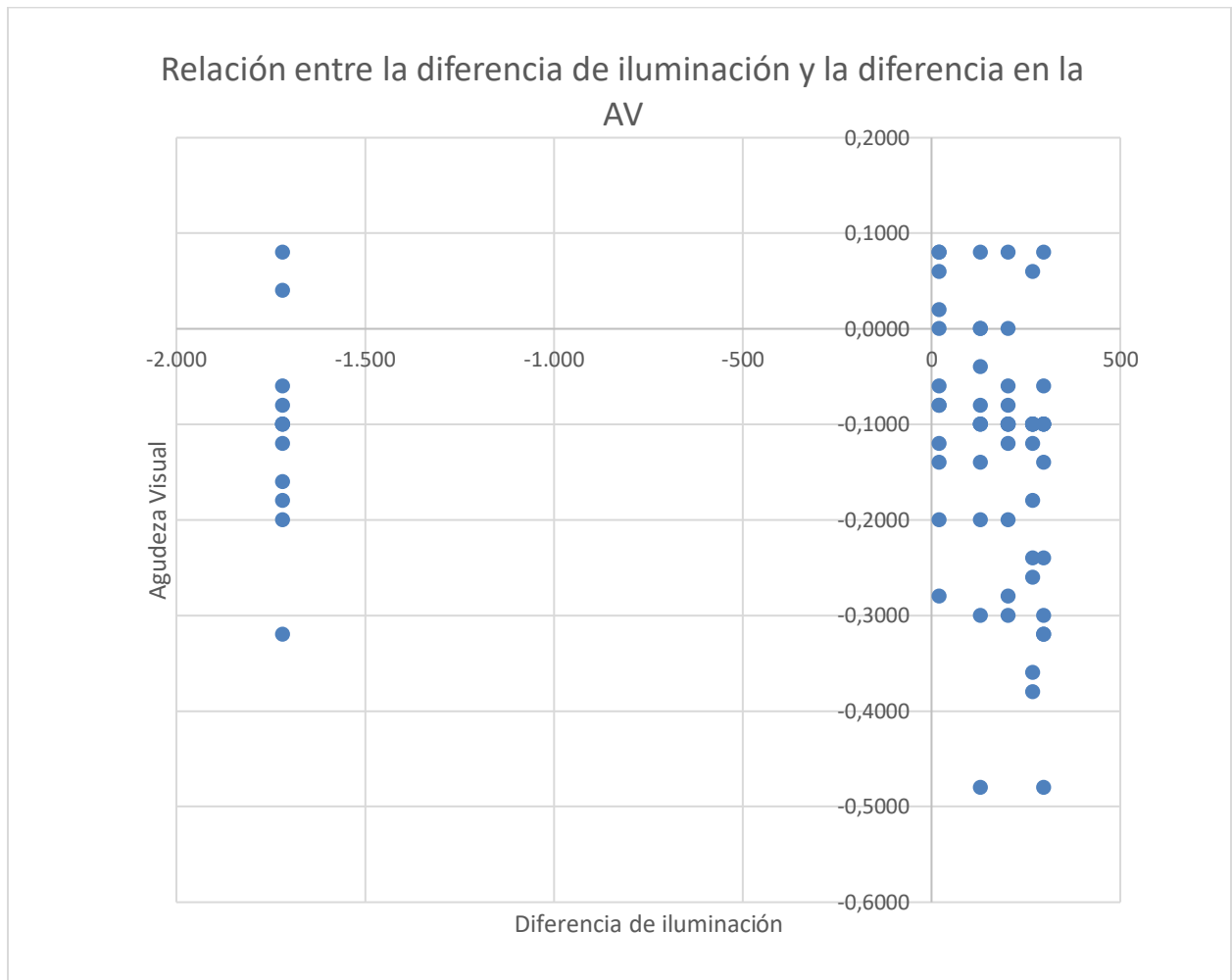
**Tabla 2.** Descripción de los resultados de la toma de agudeza visual

	AV consultorio	AV aula 1 a	AV aula 1 b	AV aula 1 c	AV aula 2 a	AV aula 2 b	AV aula 2 c
No. Participates	12	12	12	12	12	12	12
Curtosis	0,502	-0,725	-0,757	0,452	-0,093	-0,679	-0,893
Coefficiente de asimetría	0,258	-0,602	0,090	-0,812	-0,069	-0,345	0,301
Media	-0,057	0,003	0,052	0,065	0,057	0,108	0,125
Error típico	0,050	0,060	0,050	0,048	0,054	0,056	0,063
Mediana	0,000	0,070	0,090	0,090	0,080	0,130	0,080
Moda	0,000	0,080	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Desviación estándar	0,172	0,208	0,173	0,167	0,188	0,195	0,220
Rango	0,6	0,66	0,54	0,58	0,66	0,58	0,66
Mínimo	-0,3000	-0,3800	-0,1800	-0,2800	-0,2800	-0,1800	-0,1800
Máximo	0,3000	0,2800	0,3600	0,3000	0,3800	0,4000	0,4800

En el salón 2 en la toma de AV en el punto A se encontró una mediana de 0,08 (20/25-1) con una moda de 0,1 (20/25), con mínimo -0,28 (20/12.5) y máxima AV 0.3 (20/40), mientras en el punto B se encuentra una mediana de 0,13 (20/32-1) con una moda de 0,1 (20/25), con mínimo -0.1 (20/16) y máxima AV 0.4 (20/50), por último, en el punto C la mediana fue de 0,08 (20/25-1) con una moda de 0,1 (20/25), un mínimo -0.1 (20/16) y un máximo 0.4 (20/50).

En el análisis bivariado se cruzan los datos de agudeza visual e iluminación en los 2 salones seleccionados, se realizaron 3 tomas por salón de agudeza visual que fueron 72 registros. En cuanto a la iluminación se realizaron 4 mediciones por salón, en total fueron 8 registros.

Comparando el nivel de iluminación de AV del consultorio con cada punto de los dos salones. En un punto de los salones aumento el nivel de iluminación fue de 1718 la disminución de la iluminación vario entre 21 lux a 297 lux.

**Figura 2.** Interpretación en grafico de los resultados obtenidos

En la figura 2 se observan las diferencias entre los valores de agudeza visual en el consultorio con cada uno puntos de los dos salones. En el salón 1 punto A, se obtuvo un cambio de iluminación a comparación del consultorio donde se evidencia una disminución de 21 lux, en la agudeza visual de las 12 tomas, 4 aumentaron, 7 se disminuyeron y una se mantuvo. En el punto B se evidencia un cambio de iluminación donde aumenta 1718 lux a comparación del consultorio, en cuanto a la agudeza visual 2 aumentaron y 10 disminuyeron. En el punto C se observa una disminución de 130 lux a comparación del consultorio, en tanto a la agudeza visual 1 aumento, 2

se mantuvo y 7 disminuyeron. En el salón 2 punto A, se evidencia un cambio de disminución de 203 lux en comparación al consultorio, en agudeza visual 1 aumento, 1 se mantuvo y 10 disminuyeron, en el punto B se observa disminución de iluminación a comparación del consultorio de 269 lux, en cuanto a la agudeza visual 1 aumento y 11 disminuyeron, en el punto C se evidencia una disminución de 297 lux a comparación al consultorio, en tanto a la agudeza visual 1 aumentó y 11 disminuyeron.

En el estudio se observa que el cambio de agudeza visual más frecuente fue 1 línea a comparación de la agudeza visual en el consultorio, con una representación de 26% (19 tomas), lo cual clínicamente es significativo. En 11 de las 72 tomas realizadas no se evidencia cambio mayor a 3 letras, respecto a la agudeza visual reportada en el consultorio, resultado que no se considera clínicamente significativo. El 5.56% no se presentó variaciones de AV. La mínima diferencia de AV se dio al comparar la AV en consultorio con la del punto A del salón B correspondiente a 0.06 log Mar que equivale a una diferencia de 3 letras; mientras que el máximo cambio fue 0.48 que corresponde a 24 letras, esta diferencia se dio en el punto C en el salón B. El cambio más frecuente de la diferencia de iluminación fueron 5 letras.

La comparación entre los cambios entre la agudeza visual y los niveles de iluminación se realizó por medio de la prueba chi cuadrado de Pearson en la que se obtuvo una  $p=0.392$  que permite afirmar que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las AV y los cambios de la iluminación. En la gráfica 2 se puede apreciar los valores del cambio de la AV en las 6 tomas en relación con el consultorio y el cambio de los niveles de iluminación en los 6 puntos y en el consultorio.

## 5. Discusión

En este trabajo se midieron las intensidades de iluminación en un consultorio de optometría, donde se encontró una medida adecuada de 544 lux, referenciada por Norbert Lechner, además se realizaron mediciones en dos salones. Según Gacha Navia (6), la iluminación del salón B en los tres puntos, punto A de (341 lux), punto B (275 lux), punto C (247 lux) es una iluminación media, mientras que en el salón A el punto A tiene una iluminación alta (523 lux), el punto C una iluminación media (414 lux) y el punto B tiene una iluminación alta (2262 lux). Lechner Norbert (8) considera que la iluminación ideal para un salón de clase está entre 300 y 500 lux, lo que evidenciaría que ninguno cumple con la iluminación ideal en los tres puntos donde se realizaron las tomas.

Para este estudio se midió la agudeza visual (AV) binocular en tres puntos a una distancia de 3 metros y 6 metros (ver imagen 1), con una muestra de 12 observadores con su corrección habitual. Los resultados mostraban que la AV variaba según la iluminación, y se produjo un cambio clínicamente significativo (igual o mayor a 5 letras, según 66% de las mediciones). No obstante, este cambio no fue estadísticamente significativo ( $p= 0.39$ ), la interpretación de los intervalos de confianza es importante no solo para considerar si una diferencia es estadísticamente significativa o no, sino también para determinar si tiene relevancia clínica. Aunque el valor de  $p$  no indicaba significancia estadística, esto no significa necesariamente que el efecto observado carezca de importancia clínica. Como se menciona en la literatura, la significancia clínica se refiere a la magnitud e impacto práctico del efecto, y la significancia estadística refleja la probabilidad de que dicho efecto no se deba al azar (17).

“La diferencia mínima clínicamente importante (DMCI) es la menor variación en una puntuación de un dominio o desenlace de interés que los pacientes perciben como beneficiosa o

dañina, y que justificaría un cambio en el manejo de su cuidado, siempre que no haya efectos secundarios problemáticos ni costos excesivos. La DMCI es útil para planificar el diseño de estudios científicos y calcular el tamaño de la muestra.” (18).

Larrosa Expósito (2018) estudió el efecto de la iluminación ambiental, el contraste y la luminancia de fondo sobre la medida de la agudeza visual (AV) binocular, se concluyó que, aunque la iluminación ambiental influye en la medida de la AV, no lo hace de forma decisiva a nivel clínico. En cambio, el contraste tiene un impacto mucho más significativo en la medida de la AV. En particular, se observó que la medida de la AV se ve crucialmente afectada en niveles bajos y medios de contraste, con una variación de +/- 0.43 al pasar de un contraste de 0.25 a uno de 0.75. En relación con este trabajo, no se pueden comparar los resultados directamente, ya que no se consideran factores como la luminancia de fondo y el contraste, sin embargo, en este trabajo, si presento una variación en la AV clínicamente significativa, teniendo en cuenta el 66% de las tomas hay un cambio de 5 o más letras al comparar la AV consultorio y en los salones en cada uno de los puntos (10).

Otro de los factores que puede tener influencia en los cambios de agudeza visual es la calidad lagrimal, en el estudio se obtuvo un 100% ojo seco evaporativo. Rodríguez Suarez realizo una investigación en la ciudad de Bogotá en el que evaluó la agudeza visual; en pacientes con ojo seco y el 100% (60/60) presentó disminución de la agudeza visual funcional de una línea en el optotipo de Snellen-letras, en comparación con la agudeza visual de lejos, mientras que en los pacientes controles no hubo cambio entre la agudeza visual de lejos y la agudeza visual funcional, en este estudio se observa como la película lagrimal interviene para que la imagen sea clara en la retina, es decir que, el aumento de las aberraciones tras la ruptura de la película lagrimal puede reducir la calidad de la imagen retiniana (19).

Rodríguez Mateos (2018), encontró que el 50% de los miopes alcanzaban una menor AV al pasar de condiciones fotópicas a escotópicas, mientras que el 30% de los ojos hipermétropes experimentaban un aumento en la AV a medida que disminuía la iluminación. Este trabajo, no se pueden comparar esos cambios, ya que el objetivo no es evaluar los defectos refractivos, sino analizar las diferentes condiciones de iluminación en los salones (2).

Además, Rodríguez Mateos también evaluaron la AV binocular sin corrección, y encontró que los miopes tenían disminuciones en la AV con menores niveles de iluminación. En cambio, la AV de los hipermétropes no se veía afectada por la iluminación. Por otro lado, los emétropes presentaban AV variable en condiciones de iluminación media, aunque en nuestro estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas probablemente debido al tamaño de la muestra (2).

Una de las limitaciones que presenta el estudio es la pequeña dimensión de la muestra, lo que puede haber influido en los resultados obtenidos. Además, los datos recopilados se recolectaron en condiciones ambientales fijadas, lo que insinúa que replicar el mismo estudio en diferentes condiciones climáticas (soleado, nublado) o en momentos del día totalmente diferentes (mañana, mediodía, tarde) puede dar lugar a otros resultados. Por tanto, los resultados no pueden generalizarse entre todos los estudiantes universitarios.

Pese a esta debilidad, el trabajo posee importantes fortalezas, entre otras, que las evaluaciones de la iluminación y agudeza visual fueron realizadas con varias tomas de medición donde los resultados fueron promediados en cada punto, por expertos bajo un procedimiento estandarizado que aportan rigor y fiabilidad a los resultados.

## 6. Conclusiones

En el estudio, se analizó la relación entre las condiciones de iluminación y nivel de agudeza visual de los participantes. Al medir la iluminación en ambos salones, se compararon seis puntos específicos. Se observó que solo uno de estos puntos en uno de los salones mostró un aumento en el nivel de iluminación, alcanzando 1718 lux en comparación con el consultorio. Mientras que se encontró disminución de la iluminación en un rango que varió entre 21 a 297 lux en las otras 5 tomas; estas variaciones de los niveles de iluminación generó cambios de la AV de los participantes encontrando disminución de la AV correspondiente a variaciones clínicas, pero no estadísticamente significativas.

Para obtener los datos de la variación de la AV se tuvieron en cuenta variables que podrían afectar los niveles de AV que no estuvieron relacionados a la iluminación, donde las principales afectaciones clínicas fueron, el 50% (6 personas) de los participantes presentaban insuficiencia de acomodación en el ojo derecho y el 42% (5 personas) en el ojo izquierdo y donde el 100% de los participantes presenta disfunción lagrimal.

Es necesario mejorar las condiciones de iluminación de las aulas de clases para mejorar la productividad y disminuir síntomas visuales como la fatiga visual, visión fluctuante y borrosa e incluso astenopia.

Se recomienda repetir el estudio con una muestra más amplia que permita obtener conclusiones más sólidas. De la misma manera, complementar el estudio con la evaluación de todas las aulas de la universidad para mejorar aquellas que no cumplen con los niveles óptimos de iluminación. Asegurar una iluminación homogénea entre las aulas podría conllevar no sólo mejorar la agudeza visual del alumnado sino también incrementar el confort visual de este en el entorno académico.



### Referencias

1. Plata Luque JM. Factores físicos y luminotécnicos (AGUDEZA VISUAL) - Visión y Óptica [Internet]. 2021 [citado 2024 Mar 17]. Disponible en: <https://visionyoptica.com/factores-fisicos-y-luminotecnicos-agudeza-visual/>
2. Rodríguez J, Sevilla M, De DJ. Influencia de la iluminación en la medida de la agudeza visual. 2018.
3. Vimont C. Todo acerca de la cartilla de agudeza visual - American Academy of Ophthalmology [Internet]. 2022 [citado 2024 Mar 17]. Disponible en: <https://www.aao.org/salud-ocular/consejos/todo-acerca-de-la-cartilla-de-agudeza-visual>
4. Rodríguez Suárez CR. Agudeza visual funcional en pacientes con síndrome de ojo seco. 2008.
5. Quintero Daza SV, Pinchao Bastidas AM, Benavides Infante PA. Prevalencia de las alteraciones del estado motor y acomodativo en las consultas de ortóptica de la Universidad El Bosque entre los años 2017-2021 [Internet]. 2022 [citado 2024 Mar 17]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12495/9595>
6. Guancha Navia AD, Unigarro Chamorro TN. Fundación Universitaria del Área Andina Facultad de Ciencias de Salud Programa de Optometría. Pereira-Risaralda; 2021.
7. Piñeda Geraldo A, Montes Paniza G. Ergonomía ambiental: Iluminación y confort térmico en trabajadores de oficinas con pantalla de visualización de datos. 2014;1.
8. Lechner N. Iluminación, conceptos generales.
9. Sanabria Ramos ME. Estudio de la iluminación ambiental en el área de Educación para el Trabajo (EPT)-Especialidad de Electrónica y su influencia en el esfuerzo de la agudeza visual en los alumnos de la IE Politécnico Túpac Amaru Huancayo-2017. Universidad Continental

- [Internet]. 2020 [citado 2024 May 2]. Disponible en:  
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7134>
10. Larrosa Expósito M. Influencia de los niveles de iluminación en el gabinete optométrico en los resultados de la medida de la Agudeza Visual [Internet]. 2015 [citado 2024 May 2]. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/89618>
11. Munive Álvarez JM. Calidad de la iluminación en las aulas de clase en una institución de educación superior [Internet]. 2020 [citado 2024 Mar 17]. Disponible en: <https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/innovacioning/article/view/3409/4403>
12. Espacios Educativos | LAMP [Internet]. 2021 [citado 2024 Mar 17]. Disponible en: [https://www.lamp.es/es/news/la-importancia-de-una-buena-iluminacion-en-espacios-educativos\\_500258](https://www.lamp.es/es/news/la-importancia-de-una-buena-iluminacion-en-espacios-educativos_500258)
13. Guadalupe Obregón Sánchez MF, Márquez MF. Impacto del factor iluminación y psicosocial en el desempeño laboral del personal de apoyo y asistencia a la educación. Caso: UPIICSA. Eur Sci J [Internet]. 2018 [citado 2024 Abr 17];14(4):1857-7881. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n4p223>
14. Medrano SM. Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular No 10: 87-96 / Enero-junio de 2008 Métodos de diagnóstico del estado acomodativo. 2008.
15. Teresa Mayorga MC. Estabilidad de la película lagrimal precorneal. 2009;7.
16. Bianchetti A, Comastri. Desarrollo de una metodología para medir el diámetro pupilar ocular a partir del procesado de imágenes conteniendo el ojo. 2008.
17. Martínez-Ezquerro JD, Riojas-Garza A, Rendón-Macías ME. Significancia clínica sobre significancia estadística. Cómo interpretar los intervalos de confianza al 95%. Rev Alerg Méx [Internet]. 2017 [citado 2024 Ago 2];64(4):477-86. Disponible en:

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-91902017000400477&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-91902017000400477&lng=es)

18. Salas Apaza JA, Franco JV, Meza N, Madrid E, Loézar C, Garegnani L. Minimal clinically important difference: The basics. *Medwave* [Internet]. 2021;21(03) Disponible en: <https://doi.org/10.5867/medwave.2021.03.8149>
19. Rodríguez Suárez CR. Agudeza visual funcional en pacientes con síndrome de ojo seco y su relación con el test de Shirmer y BUT [Internet]. 2008 [citado 2024 Mar 17]. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/optometria/15>