



# Influencia de los niveles de iluminación en el rendimiento de estudiantes de EGB dentro de procesos de evaluación

Influence of lighting levels on the performance of EGB students within evaluation processes



**Carlos Velásquez<sup>1</sup>, Jacqueline Altamirano Vaca<sup>2</sup>,  
Cristina Velásquez Flores<sup>3</sup>, Francisco Espín<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Central del Ecuador, Modalidad en Línea.

Instituto de Investigación Geológico y Energético

Universidad de Alicante, Departamento de Matemática Aplicada.

<sup>2</sup> Universidad Central del Ecuador, Modalidad en Línea.

<sup>3</sup> Universidad Central del Ecuador, Modalidad en Línea

Universidad Católica Andrés Bello, Escuela de doctorado en Educación

<sup>4</sup> Instituto de Investigación Geológico y Energético

Universidad Nacional de Tucumán, Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión

cavelasquezf@uce.edu.ec

DOI: <https://doi.org/10.26871/killkanatecnica.v7i1.1451>



## Resumen

Los niveles de iluminación recomendados para la ejecución de tareas determinadas se han estudiado y establecido en distintos estándares de referencia. La inversión por iluminar los espacios educativos no ha sido una prioridad en el diseño de ambientes de aprendizaje de estudiantes de EGB. El presente trabajo ha estudiado el efecto que tiene la iluminación recomendada por estándares en el rendimiento de los estudiantes dentro de los procesos de evaluación convencionales. Se ha supervisado los niveles iniciales de iluminación de los espacios que utilizan los estudiantes mediante el uso de instrumentación trazable al sistema internacional. Se diseñó e implementó un nuevo sistema de iluminación y finalmente se desarrolló un esquema experimental para la medición del efecto que tiene este cambio en el rendimiento de los estudiantes mediante el uso del estadístico de Hedges. El esquema de muestreo reduce la influencia de los sesgos relativos a estudiantes, dificultad de asignatura y docentes. Se encontró que, para las cuatro asignaturas Matemática ( $g=0.33$ ), Estudios Sociales ( $g=0.99$ ), Ciencias Naturales ( $g=0.57$ ), Lengua y Literatura ( $g=0.32$ ), el efecto del cambio de iluminación es fuerte, demostrando que existe un crecimiento en el rendimiento de los estudiantes con una correcta iluminación.

**Palabras clave:** *Niveles de iluminación, estudiantes EGB, evaluación, sistema internacional.*

## Abstract

The recommended lighting levels for specific tasks have been studied and established in different reference standards. The investment to illuminate educational spaces has not been a design priority of learning environments for K-12 students. This paper has studied the effect of lighting recommended by standards on student performance within conventional assessment processes. Instrumentation traceable to the international system supervises the initial lighting levels of the spaces used by students. A new lighting system was designed and implemented. Hedges statistic was used to measure the effect of this change on student performance. The sampling scheme reduces the influence of biases related to students, subject difficulty, and teachers. The results show that, for the four subjects Mathematics ( $g=0.33$ ), Social Studies ( $g=0.99$ ), Natural Sciences ( $g=0.57$ ), Language and Literature ( $g=0.32$ ), the effect of changing lighting is strong, demonstrating that there is growth in student performance with proper lighting.

**Keywords:** *Illumination levels, elementary school students, evaluation, international system.*

## Introducción

Los niveles de iluminación para distintos espacios sociales se han discutido en informes técnicos, regulaciones, reglamentaciones o recomendaciones. En general, los organismos encargados de la estandarización en cada país proporcionan documentos que contienen niveles recomendados de iluminación propios para distintos espacios. Estas recomendaciones varían dependiendo de aplicación en términos de las actividades a realizar y de las características de los usuarios; por ejemplo, iluminación vial (Commission Internationale de L'Eclairage, 2010), escenarios deportivos (Illuminating Engineering Society, 2022), residencial interior (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2018), entre otros. Generalmente, los organismos de normalización adoptan las recomendaciones sobre iluminación de organizaciones internacionales técnicas quienes las estudian y proponen como la Comisión Internacional de Iluminación (Commission Internationale de L'Eclairage, CIE) o la Sociedad de Ingenieros en Iluminación (Illuminating Engineering Society, IES), por tanto, cuando la reglamentación nacional no existe o no es lo suficientemente específica, es técnicamente posible remitir a los estándares internacionales como fuente de consulta y referencia.

Una aplicación importante de los diseños de iluminación es en los ambientes de escolaridad. Los estudiantes de Educación General Básica (EGB) son usuarios de superficies de trabajo en la que se ejecutan actividades específicas que pueden ir desde lectura y escritura fundamental hasta diseños de creatividad o desarrollos de material didáctico de acuerdo con una necesidad curricular. La variedad de actividades que provee el currículo nacional de educación, en sus diferentes niveles de concesión, es muy amplia, por ende, son diferentes los soportes educativos (textuales, gráficos, audiovisuales, entre otros) que los estudiantes pueden utilizar en la construcción del aprendizaje (Ministerio de

Educación del Ecuador, 2016). Las actividades asociadas con involucrar la vista, por ejemplo, lectura, escritura, construcción de modelos, resolución de problemas, etc., son las principales estrategias del docente para generar el aprendizaje, sin embargo, también son aquellas que involucran la necesidad de una buena iluminación. (Faqih et al., 2020)

Las edades de los estudiantes de EGB van desde los 6 años en segundo año hasta 14 en décimo año. En particular, en Ecuador la educación primaria, llamada en contexto “Educación Básica Media” según la organización institucional se ejecuta hasta séptimo año hasta los 12 años (K-12) a pesar de que formalmente el período de EGB terminará en décimo año, con la Educación Básica Superior (Ministerio de Educación del Ecuador, 2020). A lo largo de toda esta trayectoria educativa, los estudiantes pasan por distintas aulas, cada una de ellas con distinta iluminación y ninguna clase dentro de la población estudiada cuenta con un estudio preliminar de medición y pertinencia de los niveles de iluminación.

La diferencia de séptimo a décimo año genera una complicación coyuntural. Octavo, noveno y décimo año generalmente es asumido por los colegios o la educación secundaria (Básica superior) generando implicaciones importantes a nivel logístico. El mantenimiento de sus aulas y ambientes de aprendizaje son ejecutados con presupuesto de las instituciones de nivel secundario. No obstante, para estudiantes que cursan su educación en niveles inferiores o iguales a séptimo año el mantenimiento recae en presupuestos muchas veces menores asociados a las instituciones primarias (Palacios Mejía, 2022). En este contexto, el presupuesto para sistemas de iluminación diseñados e implementados con una funcionalidad analizada es pequeña y cuenta con esfuerzos mínimos para su

estudio, diseño e implementación, particularmente en las instituciones públicas.

El presupuesto para adecuaciones y mejora de estos establecimientos educativos es relativamente pequeño, sin embargo, los fondos obtenidos son utilizados para el mantenimiento de baterías sanitarias, pupitres e instalaciones eléctricas, dejando de lado los niveles de iluminación (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2018). Las instituciones educativas realizan también gran parte del mantenimiento y adecuación de la infraestructura educativa, gracias a actividades de autogestión con los comités de padres de familia, quienes gestionan fondos económicos a través de actividades como, por ejemplo, el reciclaje del cual obtienen un pago de empresas dedicadas a compra y venta de plásticos y papel, recolección de dinero y donaciones voluntarias de los mismos padres de familia, entre otras. Estas actividades permiten mantener a las instituciones públicas con los niveles básicos de adecuación educativa.

Los espacios verdes, tuberías de agua potable e infraestructura lúdica, suelen ser los espacios de atención prioritaria en las instituciones educativas. La iluminación se solventa desde un punto de vista empírico, sin diseños que sustenten las decisiones. La infraestructura física (edificios y aulas) de los centros educativos están diseñadas, generalmente, para que las ventanas sean lo más amplias que sea posible, con el fin de otorgar buena luz natural y a la vez, dejar a la vista del público el trabajo dentro de las aulas, esto también es un argumento para minimizar cualquier situación de violencia dentro de los espacios educativos (Ministerio de Educación del Ecuador, 2015). Si bien esto es la única herramienta con la que cuentan los establecimientos de presupuesto reducido, no siempre resulta útil en el ejercicio docente. Severas condiciones de iluminancia sobre la superficie de trabajo durante la trayectoria del sol desde el horizonte hasta el zenit, pueden causar deslumbramientos

y baja sensación de confort. La solución común es utilizar atenuadores como cortinas o materiales con un alto índice de absorbancia que evite estos problemas (Plásticos, papeles, entre otros), sin embargo, el aula se vuelve dependiente de la luz artificial del salón de clase que no cuenta con un diseño preliminar.

Las teorías pedagógicas actuales hablan de la existencia de múltiples ambientes de aprendizaje (Salgado et al., 2022) para una mejor educación y, asociado a estos cambios, distintos procesos de evaluación (Domínguez-Morales et al., 2022). No obstante, a pesar de la existencia de evaluaciones de distintos tipos, y los esfuerzos por la adopción de nuevas estrategias, el sistema educativo nacional presenta una escala cuantitativa. Esto genera una necesidad de evaluaciones calificadas en una escala cuantitativa en el rango de 1 a 10 que, en general, mantiene el sistema tradicionalista de exámenes escritos para una ponderación importante de la calificación final. La evaluación formativa que se da durante todo el proceso de enseñanza, tiene una ponderación del 80% y la sumativa, que se da al final del proceso, aporta con el 20% de la nota global. La aprobación o reprobación de cada materia, en el sistema de educación ecuatoriano, para la educación básica y el bachillerato, es del 70%. El cuadro de equivalencias de la evaluación cualitativa a la cuantitativa indica que los estudiantes que se encuentran en el rango de 9 a 10, tienen una denominación de “Domina los aprendizajes requeridos”; de 7 a 8,99, “Alcanza los aprendizajes requeridos.”, de 4 a 6,99 “Está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos.” Y menos de 4 “No alcanza los aprendizajes requeridos” (Reglamento general a la Ley Orgánica de Educación Intercultural, 2022.). En este sentido es importante identificar que las calificaciones de los estudiantes sirven para determinar su estado respecto a los aprendizajes “requeridos”, entendiéndose como requerimiento, al cumplimiento del Perfil de salida del Bachiller ecuatoriano, que es el

horizonte al que todo el sistema educativo apunta.

Se ha investigado la cuantificación del efecto en diferentes propuestas de ambientes en el rendimiento estudiantil (Domínguez-Morales et al., 2022), no obstante, la correlación que existe entre los elementos disfuncionales del ambiente de aprendizaje y el rendimiento adecuado de los estudiantes en una evaluación es un tópico atractivo. Investigar si el rendimiento demostrado por los estudiantes obedece a su aprendizaje real, o quizá se ve influenciado por factores externos, como la iluminación, resulta interesante para el ambiente educativo y la aplicación energética en un espacio social de relevancia general, como lo son las instituciones educativas. Conocer la influencia de los niveles de iluminación en el rendimiento escolar, aportará a la comunicad educativa, un argumento sólido con el cual justificar la urgente implementación de estudios previos a la atención de niveles de luz dentro de las aulas. La implementación obligatoria de cortinas o persianas con las cuales minimizar el exceso de luz natural y dotar de luz artificial adecuada para los momentos de enseñanza. (Gaminiesfahani et al., 2020)

Los diseños de iluminación deben ser simulados para confirmar los valores de iluminancia máximo, mínimo, promedio y uniformidades deseadas. No obstante, también es importante la medición de los niveles de iluminancia sobre la superficie de trabajo para confirmar los resultados de la simulación. Las mediciones generalmente se realizan con luxómetros en grillas dibujadas de acuerdo a una normativa de referencia o solicitud particular, no obstante el equipo utilizado debe encontrarse calibrado o verificado por un laboratorio de tercera parte que indique al usuario el real comportamiento de su equipo de medición, no basta con la calibración de fábrica. El principio de metrología exige la trazabilidad de las mediciones para ser confiables y para esto es posible utilizar laboratorios que cumplan con la Norma Técnica

de Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración NTE INEN ISO/IEC 17025:2018 equivalente a la norma internacional ISO/IEC 17025:2017.

El presente trabajo desarrolla una investigación en la cual se estudia el rendimiento escolar durante evaluaciones escritas, de orden formativo y sumativo, en función de una iluminación no adecuada en contraste con un sistema de iluminación que mantiene los valores mínimos mantenidos por norma. Los grupos de estudio realizaron sus actividades y evaluaciones regulares, planificadas por los docentes, lo que se aportó en distintos momentos fue la corrección de la iluminación hacia los estándares normalizados. Con esta observación de campo sobre las actividades en diferentes intensidades de iluminación se lograron determinar resultados respecto al rendimiento educativo. Los resultados obtenidos permitieron a los investigadores llegar a conclusiones importantes sobre la importancia de mantener o no, niveles apropiados de iluminación dentro de los espacios educativos.

## **Metodología**

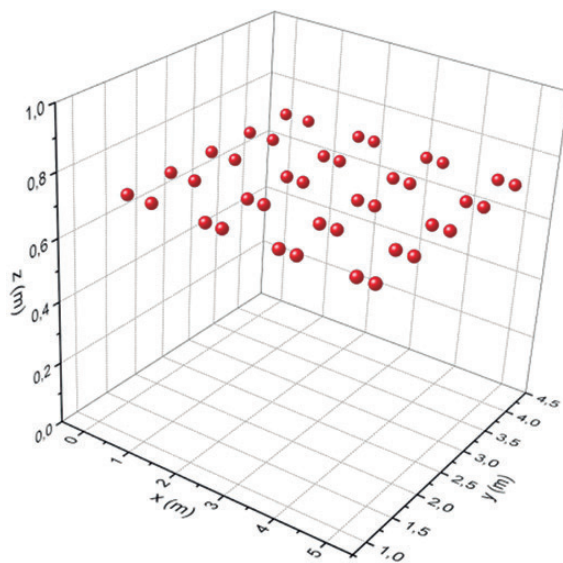
El estudio consideró a 224 estudiantes de EGB obtenidos a través de un muestreo estratificado en un ambiente de aprendizaje con una iluminación sin ningún control comparado con el mismo grupo de estudiantes con los niveles de iluminación adecuados propuestos, diseñados e implementados. Se ha desarrollado un esquema de análisis estadístico que permita eliminar los sesgos atribuibles al docente considerando a 2 docentes distintos para la ejecución del mismo experimento, el estado de ánimo estudiantil al realizarlo a lo largo de un tiempo aproximado de 2 semanas y un posterior análisis de datos atípicos, la infraestructura dado que todos los estudiantes utilizan las mismas herramientas den-

tro de las aulas de clase y también la asignatura considerando el análisis en las cuatro asignaturas básicas del currículo académico.

Los primeros datos sobre los niveles de iluminación en las distintas actividades formativas realizadas por los estudiantes se tomaron en su contexto normal, sin ninguna variación en luz utilizada para sus clases cotidianas. Se registraron tanto los datos de la iluminación como de las calificaciones obtenidas por los estudiantes mientras realizaban sus actividades

Los niveles de iluminación fueron supervisados con un iluminancímetro de campo verificado con

un iluminancímetro marca GOSSEN modelo MAVOLUX 5032B que cuenta con calibración ISO 17025 y una lámpara patrón de intensidad luminosa calibrada por el Instituto Nacional de Metrología de China. El iluminancímetro utilizado detecta los niveles de iluminancia horizontal en luxes, lo que nos da la medición del nivel de luz que están utilizando los estudiantes para cumplir las actividades académicas en cada lugar dentro del aula. Para la toma de datos se desarrolló una grilla de medición presentada en la Figura 1 para un aula de 5,5 m de ancho 4,5 m de largo en las superficies de trabajo que se encuentran a 0,75 m del suelo. Se midió en distintos días y se cuantificó la fluctuación de sus valores.



**Figura 1.** Puntos de medición del aula de clase.

Posteriormente se diseñó un esquema de iluminación artificial que cumpla con los mínimos niveles requeridos en *The Lighting Handbook* (Di-Laura et al., 2011) y los puntos de medición para la supervisar los valores de iluminación fueron los mismos que en el escenario inicial (Figura 1).

Se obtuvo la curva de nivel tridimensional y su proyección bidimensional en ambos casos, con esto se identificó la iluminancia máxima, mínima, promedio y se estimó la uniformidad a la

altura de la superficie de trabajo a través del cociente entre la iluminancia promedio y la iluminancia mínima obtenida.

Se realizaron evaluaciones escritas de 40 min en las asignaturas de Matemática, Lengua y Literatura, Ciencias Sociales y Ciencias Naturales, además se realizaron actividades de evaluación formativas no necesariamente escritas, que se explicarán más adelante y en las cuales también se pudo identificar y medir la influencia de la ilu-

minación. Como grupos se tomaron 5 grupos de estudiantes conformados por 48, 51, 46, 38 y 41 estudiantes respectivamente. Cada grupo de estudiantes con un docente distinto por asignatura y cada evaluación en días diferentes (un día cada semana durante 5 semanas), tanto para el escenario de iluminación inicial, como para la propuesta implementada en el escenario final.

Con los resultados obtenidos se realizaron estudios de estadística paramétrica (basada en el

comportamiento de una distribución normal de los datos) verificando previamente la normalidad de los valores obtenidos. Se evaluó la diferencia entre medias de los datos obtenidos utilizando una prueba t-Student y se cuantificó el tamaño del efecto de la iluminación mediante el estadístico G de Hedges.

En la figura 2 se puede ver a detalle el proceso metodológico para la toma, análisis y obtención de resultados.

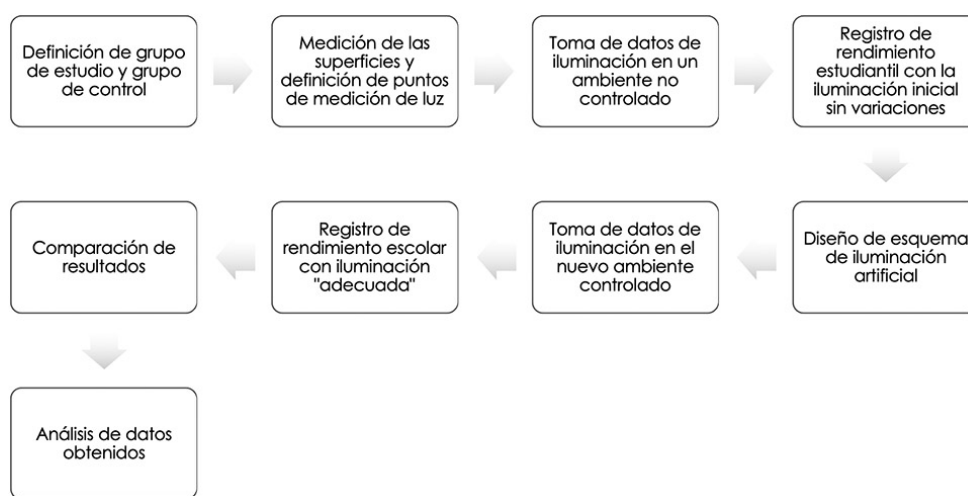


Figura 2. Proceso metodológico.

## Resultados y discusión

Los niveles de iluminación iniciales medidos indicaron una distribución con grandes disper-

siones a una altura de 75 cm es presentada en la Figura 3.

Niveles de iluminación en escenario original

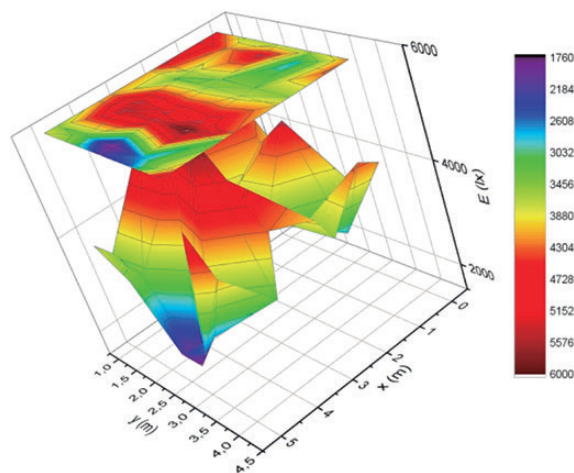


Figura 3. Niveles de iluminación iniciales de las superficies de trabajo del aula de clases.

Se puede observar una variación importante en los distintos días con una media de 3977 lx. Bajo estas condiciones los estudiantes reportan molestias e insatisfacción con el lugar de trabajo. El nivel de iluminación mínimo reportado es de 1770 lx con una uniformidad correspondiente a 2.25

$$E_{avg} = 3977 \text{ lx}$$

$$E_{min} = 1770 \text{ lx}$$

$$\frac{E_{avg}}{E_{min}} = 2.25$$

La uniformidad deseada es cercana a 1, y con

picos máximos cercanos a 6000 lx y picos mínimos cercanos a 1700 lx, el rango obtenido es mayor que la media de los valores. Esto, en la práctica, implica que existen estudiantes que sufren deslumbramientos y saturaciones durante algunos períodos del día en sus actividades de aprendizaje y evaluación.

Una vez realizado el diseño de iluminación y la implementación de las adecuaciones pertinentes, se tomaron medidas de niveles de iluminación a una altura de 75 cm obteniendo los resultados de la Figura 4.

Niveles de iluminación en escenario implementado

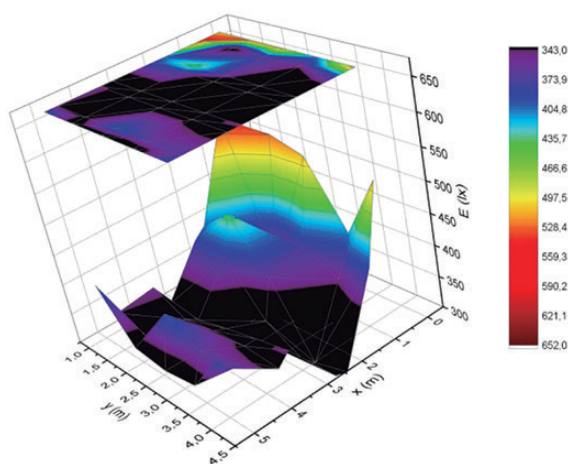


Figura 4. Niveles de iluminación finales de las superficies de trabajo del aula de clases

Se puede observar una variación menor de los niveles y una media de iluminación de 466 lx, lo cual coincide con la recomendación de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2018) sobre mantener entre 250 lx a 500 lx en una superficie de trabajo. La mínima iluminancia detectada es 343 lx con una uniformidad correspondiente a 1,35. Los estudiantes no reportan incomodidad ni molestias por la iluminación recibida.

$$E_{avg} = 466 \text{ lx}$$

$$E_{min} = 343 \text{ lx}$$

$$\frac{E_{avg}}{E_{min}} = 1.35$$

La uniformidad es considerablemente mejor, dado que se acerca más a 1. Si bien existen valores que sobrepasan el máximo recomendado por el estándar (cercanos a 600 lx) esto puede considerarse aceptable dado que las instalaciones eléctricas se encuentran implementadas y no se cuenta recursos para moverlas. El diseño permite como única variable de cambio las lámparas y luminarias a utilizarse.

En estos 2 escenarios se ejecutaron las evaluaciones académicas a los estudiantes en las cuatro asignaturas principales del currículo de EGB, obteniendo los siguientes resultados.



### Ciencias Naturales

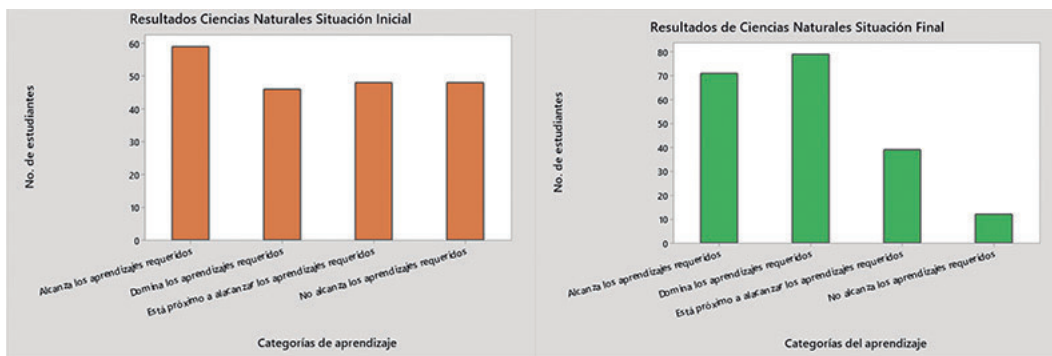


Figura 5. Resultados de evaluación de Ciencias Naturales.

### Estudios Sociales

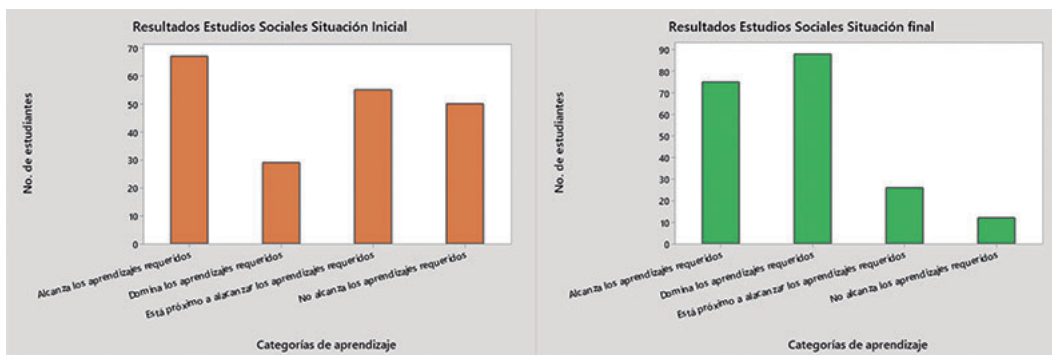


Figura 6. Resultados de evaluación de Estudios Sociales.

### Matemáticas

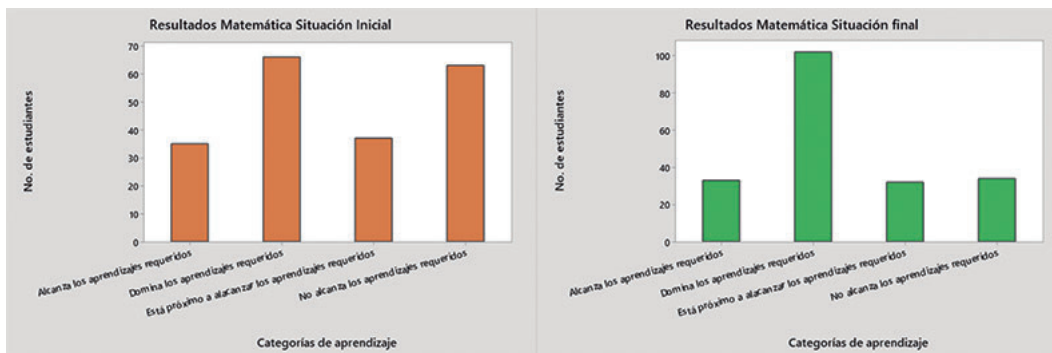


Figura 7. Resultados de evaluación de Matemática.

### Lengua y literatura

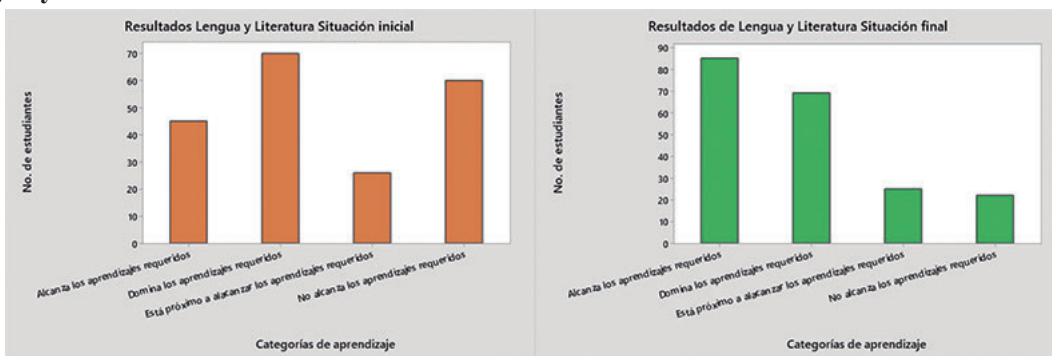


Figura 8. Resultados de evaluación de Lengua y Literatura

Las evaluaciones se tomaron como una media de distintos reportes de los docentes (no únicamente exámenes escritos), entre las que se encuentran actividades formativas en las cuatro asignaturas básicas del currículo nacional para la Educación Básica. En el área de Lengua y Literatura se realizaron actividades asociadas a la lectura literal, inferencial y crítica, evaluando la habilidad para comprender lo explícito e implícito en distintas tipologías textuales. Además de reportar su opinión crítica sobre el contenido de las lecturas, los estudiantes tuvieron la oportunidad de demostrar su habilidad comunicativa de manera escrita a través de composiciones cortas que resumían lo leído. La influencia de la luz en este tipo de actividades puede evidenciarse por la concentración, tiempo de fijación a la lectura, número de palabras leídas por minuto y, al terminar la lectura, la facilidad que brinde la iluminación para la posterior redacción y reporte del control de lectura respectivo. El nivel de dificultad de los textos utilizados en los diferentes momentos del experimento, fue el mismo para evitar sesgos en las calificaciones, que pudieran asociarse al contenido de lo leído.

En el área de Matemática, se realizaron actividades de cálculo mental, en las cuales, desde los lugares de trabajo los estudiantes observaron a la pizarra distintos ejercicios de operaciones combinadas, mismos que debían ser resueltos mentalmente, quien tuviera la respuesta debía correr hacia la pizarra y escribir los resultados correspondientes. Se utilizaron marcadores de colores oscuros (negro, azul) para evitar la influencia de la luz solar reflejada en el color blanco del pizarrón. En este tipo de ejercicios se obtuvo el mismo grado de participación del alumnado, pero los resultados variaron significativamente en los diferentes momentos del experimento, como se puede apreciar en los gráficos anexos. Otros ejercicios realizados consistieron en realizar operaciones combinadas con números fraccionarios, en los cuales, además de cumplir con todo el proceso didáctico en el ámbito numérico, se

les solicitó a los estudiantes realizar la representación gráfica de las respuestas, en este sentido también se pudo identificar diferencias asociadas a la iluminación en los distintos momentos del experimento. La dificultad de los ejercicios tanto de cálculo mental como de operaciones fraccionarias fue la misma.

En el área de Estudios Sociales, se realizaron actividades de reflexión, debate, mesa redonda, y demás participaciones colaborativas para abordar temáticas sobre la historia del Ecuador (momentos pre y post independencia) en estos espacios dialógicos los estudiantes basaron sus argumentaciones en textos y videos que pudieron observar en sus hogares y también en el aula de clase. La cantidad y calidad de argumentaciones varió de acuerdo a los diferentes momentos del experimento, se puede asociar al cambio de iluminación por la observación dada del estudiantado ya que cuando la iluminación era demasiado desgastante y los estudiantes no podían conservar la concentración, su interacción oral se desvió hacia tópicos que no eran de interés de la clase, sin embargo cuando la iluminación fue lo más cercana a lo adecuada, que se pudo conseguir, la calidad del trabajo oral y colaborativo aumentó. Asimismo, se realizaron líneas de tiempo que pretendían explicar de manera gráfica los distintos momentos pre y post independencia, la calidad de estos trabajos también varió en función de la iluminación. El nivel de dificultad de los tópicos abordados y las técnicas de estudio aplicadas, fueron similares en los distintos momentos del experimento.

En el área de Ciencias Naturales los estudiantes realizaron reportes climatológicos en “climogramas” construidos por ellos mismos y con medidas tomadas con instrumentos artesanales elaborados de manera didáctica (veletas, termómetros, pluviómetros). Lo interesante de la variación de rendimiento en los diferentes momentos del experimento sobre la influencia de la luz, es que los alumnos

aportaron en más medida, estuvieron más participativos y los datos que reportaron fueron más acertados en función de las diferentes intensidades de luz, como se puede observar en los esquemas adjuntos. Además, la calidad de los gráficos estadísticos también varió en función de la iluminación. Las actividades de resumen a través de organizadores gráficos, en las cuales los alumnos sintetizan el conocimiento científico adquirido, también es variable en función de la calidad de iluminación de los diferentes momentos del experimento.

Las actividades académicas deben estar planificadas por parte del profesorado de tal manera que se trate de abordar todos los estilos de aprendizaje (Eishani et al., 2014), es bien conocido que las personas adquieren el aprendizaje de diferentes maneras, por ello es necesario que el micro currículo en las instituciones educativas tome en cuenta los estilos de aprendizaje (Widowati et al., 2021). Sin embargo, más allá de priorizar la manera individual y/o colectiva del aprendizaje en los determinados grupos, el docente debe también tomar en cuenta el contexto, el escenario de aprendizaje, la infraestructura e, indudablemente, la iluminación. (de Souza et al., 2019)

La existencia de varios docentes en el proyecto para las mismas asignaturas permite reducir el sesgo atribuible al docente. El nivel de complejidad de los temas desarrollados y evaluados fue seleccionado como equivalente a partir de la experiencia del grupo de docentes involucrados de forma que la dificultad del tema no influya en la comparación de los dos escenarios. Adicionalmente, los estudiantes se evaluaron en distintos días para evitar el sesgo del estudiante. Estos factores se trabajaron de manera controlada bajo

esquemas de organización que permitieron reducir la influencia de factores internos y externo en los resultados del experimento.

Una vez garantizada la independencia de los estudiantes, docentes y dificultad de tema se procedió a la toma de datos y su análisis. Primero, se realizó un estudio de normalidad mediante una prueba de susceptible a deformación Anderson-Darling y también no susceptible a deformación Ryan-Joiner con el siguiente planteamiento de hipótesis para los 2 casos:

H0: Los datos se distribuyen normalmente

H1: Los datos no están normalmente distribuidos, Para todos los grupos se obtuvo un valor p mayor a 0,05, que es el estadístico al 95% de confianza, por lo cual se acepta la hipótesis nula y se puede tener certeza del uso adecuado de estadística paramétrica dado que los datos se encuentran normalmente distribuidos.

Como los datos obedecen a una distribución normal es posible utilizar pruebas paramétricas. La desigualdad o igualdad de los comportamientos estadísticos de las medidas de tendencia central puede dar una idea de la diferencia que existe entre las respuestas de las evaluaciones de los estudiantes en los dos escenarios de iluminación. Para esto se compara si las medias aritméticas de los grupos son estadísticamente diferentes mediante una prueba t-Student, donde

H0: Las medias son estadísticamente iguales

H1: Las medias son estadísticamente diferentes

En la que se obtuvo valores p menores a 0,05 en un nivel de confianza 95%. Los resultados obtenidos por asignatura pueden observarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de evaluación de las medias estudiantiles.

Asignatura	Media escenario inicial	Media escenario final	Valor p	Prueba de hipótesis
Matemática	6.6	7.6	0.001	Rechaza H0
Estudios Sociales	6.1	8.1	0.000	Rechaza H0
Ciencias Naturales	6.4	7.7	0.000	Rechaza H0
Lengua y Literatura	6.6	7.6	0.002	Rechaza H0

Las cuatro asignaturas evaluadas muestran que tienen medias estadísticamente diferentes al 95% de confianza antes y después de la mejora en los niveles de iluminación. Por lo que existe diferencia de resultados en las cuatro asignaturas con los distintos niveles de iluminación. Finalmente, para cuantificar el efecto de la iluminación en el rendimiento de los exámenes escritos de las cuatro asignaturas se realiza la prueba G. Los resultados pueden observarse en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Resultados de evaluación del efecto de iluminación en las evaluaciones escritas.

Asignatura	Efecto g
Matemática	0.33
Estudios Sociales	0.99
Ciencias Naturales	0.57
Lengua y Literatura	0.32

Los efectos evaluados tienen valores de 0.33 para Matemática, 0.99 para Estudios Sociales, 0.57 para Ciencias Naturales y 0.32 para Lengua y Literatura. El mayor de los efectos fue encontrado en Estudios Sociales por lo cual en esta asignatura el cambio de iluminación fue más determinante para las evaluaciones de los estudiantes. Las asignaturas de Matemática, Ciencias Naturales, Lengua y Literatura tienen efectos similares, no obstante, en una escala absoluta, de acuerdo con diversos estudios de estrategias en educación como (Domínguez-Morales et al., 2022), los valores superiores a 0.30 son considerados indicadores de un efecto fuerte.

La interpretación que corresponde a los resultados obtenidos es que los niveles de iluminación y su uniformidad producto de un diseño técnico e implementación supervisada por equipos adecuadamente verificados tienen un efecto fuerte y cuantificable sobre las evaluaciones de los estudiantes de EGB independientemente de la asignatura, docente o temáticas sujetas a evaluación. Cuidar de los ambientes de aprendizajes puede generar que las evaluaciones sean relativas al proceso de

enseñanza y aprendizaje y no a las dificultades logísticas que existen.

No son necesarios presupuestos elevados, una autogestión para la adquisición de las lámparas y luminarias adecuadas generaría con un diseño técnico subyacente como en el ejemplo estudiado puede aportar a la solución de la problemática planteada.

## Conclusión

Los niveles de iluminación influyen de una forma representativa en el rendimiento de los estudiantes para las asignaturas de Matemática ( $g=0.33$ ), Estudios Sociales ( $g=0.99$ ), Ciencias Naturales ( $g=0.57$ ) y Lengua y Literatura ( $g=0.32$ ). Los diseños de iluminación fueron presentados 2 bondades, el nivel medio sugerido por estándares internacionales de 250 lx a 500 lx en el cual se obtuvo 466 lx con una homogeneidad de 1.35.

La evaluación en niños de EGB es un tema de más profundidad dado que el examen escrito no son la única forma de evaluación y en ciertos escenarios no es recomendada; no obstante, cuando este tipo de evaluaciones se ejecuten es importante tomar en cuenta que el ambiente de aprendizaje tenga las características adecuadas como una iluminación consistente con la actividad a desarrollar.

La evaluación formativa también se ve influenciada por la calidad de la iluminación, es importante que el profesorado, con el involucramiento de los padres de familia, tome acciones preventivas o de solución alterna mientras las organizaciones institucionales corrigen de manera institucional la afectación que la calidad de iluminación impone al proceso de aprendizaje.

Este trabajo deja abierto el espacio para futuras

líneas de investigación asociadas a la influencia de la iluminación natural en los procesos de Educación Física, actividades artísticas al aire libre, clubes deportivos y otros momentos en los cuales la cantidad y/o calidad de luz solar puede afectar el desempeño estudiantil. La comunidad académica también puede utilizar los resultados de este estudio para comparar los resultados con otros obtenidos en otros niveles educativos como la Educación inicial, Bachillerato y Educación Superior.

## Referencias

- [1] Commission Internationale de L'Eclairage. (2010). *Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic*, CIE 115.
- [2] de Souza, D. F., da Silva, P. P. F., Fontenele, L. F. A., Barbosa, G. D., & de Oliveira Jesus, M. (2019). Efficiency, quality, and environmental impacts: A comparative study of residential artificial lighting. *Energy Reports*, 5, 409–424. <https://doi.org/10.1016/J.EGYR.2019.03.009>
- [3] DiLaura, D., Houser, K., Mistrick, R., & Steffy, G. (2011). *The Lighting Handbook*. In *Illuminating Engineering Society of North America*.
- [4] Domínguez-Morales, S., Pérez-Hernández, M., & Pérez-Sánchez, E. (2022). Ambientes de aprendizaje para favorecer competencias matemáticas en educación básica. *Revista RedCA*, 5(13), 144–162. <https://doi.org/10.36677/REDCA.V5I13.18790>
- [5] Eishani, K. A., Saa'd, E. A., & Nami, Y. (2014). The Relationship between Learning Styles and Creativity. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 114, 52–55. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2013.12.655>
- [6] Faqih, F., Zayed, T., & Soliman, E. (2020). Factors and defects analysis of physical and environmental condition of buildings. *Journal of Building Pathology and Rehabilitation*, 5(1), 1–15. <https://doi.org/10.1007/S41024-020-00084-0/METRICS>
- [7] Gaminiesfahani, H., Lozanovska, M., & Tucker, R. (2020). A Scoping Review of the Impact on Children of the Built Environment Design Characteristics of Healing Spaces. <https://doi.org/10.1177/1937586720903845>

- 13(4), 98–114. <https://doi.org/10.1177/1937586720903845>
- [8] Illuminating Engineering Society. (2022). ANSI/IES RP-6-22 Recommended Practice: Lighting Sports and Recreational Areas. *Integration in Stem Education to Improve Environmental Literation. International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 8(7), 374–381. <https://doi.org/10.18415/IJMMU.V8I7.2836>
- [9] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2018). Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales. In Norma Ecuatoriana de la Construcción.
- [10] Reglamento general a la ley orgánica de educación intercultural (2022).
- [11] Ministerio de Educación del Ecuador. (2015). Infraestructura – Ministerio de Educación. <https://educacion.gob.ec/nueva-infraestructura-educativa/>
- [12] Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). Currículo educación general básica – Ministerio de Educación. <https://educacion.gob.ec/curriculo-educacion-general-basica/>
- [13] Ministerio de Educación del Ecuador. (2020). Subniveles de Educación – Ministerio de Educación. <https://educacion.gob.ec/subniveles-de-educacion/>
- [14] Palacios Mejía, J. D. (2022). Análisis de la inversión pública en materia de educación en el Ecuador período 2009- 2019. Universidad Nacional de Chimborazo.
- [15] Salgado, L. N. P., Pimentel, J. F. F., Arenas, R. D., & Chavagari, R. G. B. (2022). El aprendizaje cooperativo en la educación básica: una revisión teórica. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(1), 6–11. <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/462>
- [16] Widowati, C., Purwanto, A., & Zarina Akbar ; (2021). Problem-Based Learning

**Recibido:** 01 de marzo de 2023

**Aceptado:** 01 de abril de 2023