



EVALUACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES EN AULAS EDUCATIVAS EN ZONAS URBANAS MEDIANTE LA PROPUESTA DE UNA ECUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL

EVALUATION OF ENVIRONMENTAL FACTORS IN EDUCATIONAL CLASSROOMS IN URBAN AREAS THROUGH A PROPOSAL ERGONOMIC ENVIRONMENTAL RISK EQUATION

Fernando Tejerina-Portugal*
Carla Valeria Álvarez-Cazón**

Resumen El objetivo de este estudio es evaluar los factores ambientales físicos (iluminación, sonido y temperatura) en los ambientes de una institución de educación superior considerando la incidencia que pueden tener los procesos de enseñanza aprendizaje. Utilizando una fórmula de evaluación de factores de riesgo ergonómico (iluminación, ruido y confort térmico) propuesta a partir de normas internacionales, se determina si los datos ambientales están dentro de los límites permitidos. Para la realización del estudio, se emplea un método exploratorio y de análisis bibliográfico, aplicando el análisis de datos recabados en algunos ambientes de la institución educativa. Los resultados revelaron problemas significativos en algunos factores ambientales, indicando la necesidad de mejoras. Esta investigación está en una fase inicial y necesita ser ampliada para obtener mayor fiabilidad.

Palabras clave: Ergonomía, ambiente, temperatura, iluminación, ruido, espacios educativos.

Abstract: The objective of this study is to evaluate the physical environmental factors (lighting, sound and temperature) in the environments of a higher education institution, considering the impact they may have on the teaching-learning processes. Using an ergonomic risk assessment formula proposed from international standards, it is determined whether the environmental data is within the permitted limits. To carry out the study, an exploratory method and bibliographic analysis are used, applying the analysis of data collected in some environments of the educational institution. The results revealed significant problems in some environmental factors, indicating the need for improvements. This research is in an initial phase and needs to be expanded to obtain greater reliability.

Keywords: Ergonomics, environment, temperature, lightning, noise, educational environment.

Recepción: 07.08.2024 / Revisión: 15.08.2024 / Aceptación: 18.11.2024

*Universidad Católica Boliviana San Pablo. Tarija, Bolivia. Correo electrónico: fernando.tejpor@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-1484-5086>

**Universidad Católica Boliviana San Pablo. Tarija, Bolivia. Correo electrónico: calvarez@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9599-0753>. Autora de correspondencia.

Introducción

Los factores ambientales son cruciales para el bienestar y el rendimiento académico en instituciones educativas. La ergonomía se refiere al diseño de entornos de trabajo que se adapten a las capacidades y limitaciones humanas, mientras los factores como el confort térmico, iluminación, ruido y vibración (Skilling & Munro, 2016) son una parte de los entornos. La evaluación y medición de los factores nombrados resulta ser de gran utilidad para asegurar el confort cuando se realizan distintas actividades. Estudios han demostrado que estos factores influyen significativamente en la concentración, el rendimiento académico y la salud de los estudiantes en actividades de enseñanza aprendizaje.

De acuerdo con el INEGI (2020), en México, el horario de trabajo en la industria manufacturera suma un promedio de 521.065.000 horas al mes, lo que requiere que un empleado trabaje 11 horas diarias en averción, y da una idea de cuánta carga mental y estrés puede tener un empleado.

Aunque se han realizado algunas investigaciones en la industria manufacturera del país y del mundo sobre la carga mental de trabajo, ninguna de estas investigaciones ha explorado la asociación de la carga mental con el estrés, los problemas de relaciones sociales y la depresión simultáneamente. Esta investigación representa un estudio exploratorio sobre los efectos de la carga mental sobre otras variables, que pueden actuar como variables dependientes o variables mediadoras entre la carga mental y alguna(s) variable(s) independiente(s). En este experimento, sólo se analizan los efectos de la carga mental sobre el estrés, los problemas de relaciones sociales (como variables mediadoras) y la depresión (como variable independiente).

El presente trabajo se enfoca en medir el nivel de carga mental de trabajo y su asociación con las variables antes mencionadas en mandos altos y medios de empresas manufactureras ubicadas en Tijuana, México.

Asociación de la carga mental con el estrés, los problemas de relaciones sociales y la depresión

La carga mental se presenta continuamente en diferentes sectores industriales generando varios efectos adversos visibles en los empleados. Estos efectos pueden incluir estrés, problemas en las relaciones sociales y depresión, entre otros.

En el caso del estrés, este se define como la respuesta física y emocional a un desequilibrio entre las demandas percibidas y la capacidad de un individuo para hacer frente a esas demandas (Choi, Mohammad & Kim, 2019). Existen varias investigaciones que relacionan la carga mental de trabajo con el estrés. Por ejemplo, Mandrick, Peysakhovich, Rémy, Lepron y Causse (2016) mencionan que en entornos de trabajo complejos (tales como cabina de vuelo, torre de control de tráfico aéreo), es fácil que se presenten situaciones que demandan una alta carga de trabajo mental por parte de los trabajadores, provocando situaciones estresantes y afectando su desempeño cognitivo. Por otro lado, Schwartz et al. (2020) encontraron que la carga mental de trabajo en empleados de limpieza de Minnesota se asoció con niveles altos de la escala de estrés percibido-4 (PSS-4).

De manera similar, Simoes, Carvalhais, Ferreira, Correia y Lourenco (2007) estudiaron la carga mental de trabajo en trabajadores del sector del transporte público. Los resultados indicaron que los trabajadores estaban sometidos a altos niveles de carga mental de trabajo, y a situaciones de estrés. En otro estudio, Kusnanto, Rohmah, Wahyudi y Arifin (2020) determinaron que existe una correlación entre la carga mental ($p = 0,003$) y el nivel de estrés ($p = 0,003$) con el nivel de glucosa en la sangre entre los profesores en la universidad de Surabaya, Indonesia que trabajan como responsables de estructuras en la universidad. Por otro lado, Cezar-Vaz et al. (2022) mencionan que en profesionales de la salud, la carga mental de trabajo en mujeres es mayor que en los hombres, lo que les provoca estrés.

Una iluminación adecuada en el aula puede incidir en el rendimiento visual y la concentración de los estudiantes. La luz natural y los niveles adecuados de iluminación artificial pueden mejorar el estado de ánimo, evitar forzar la vista, reducir la fatiga ocular y aumentar la capacidad de concentración (Boyce, 2003).

El ruido ambiental puede ser una fuente importante de distracción y estrés en el entorno educativo. Altos niveles de ruido interfieren con la comprensión del habla y la memoria a corto plazo, afectando negativamente el rendimiento académico (Shield & Dockrell, 2003). La reverberación en aula reduce la inteligibilidad, además los sonidos no deseados, como mover sillas, toser, hojear papeles, raspar los pies, golpes de los utensilios de escritura, el sonido de los autos al pasar cerca, que son constantes o tiempos prolongados son fuentes de estrés en los docentes y estudiantes (Klatte et al., 2010).

El confort térmico también es vital para mantener la atención y la productividad en el aula. Temperaturas extremas o no controladas en aula pueden causar incomodidad y distraer a los estudiantes en las actividades o tareas académicas (Wargocki & Wyon, 2013).

Es a partir de estas percepciones que la propuesta a abordar en este artículo propone un método de evaluación de factores disergonómicos aplicando una ecuación que considera los factores que más pueden incidir en el ámbito de la educación. Proponiendo los siguientes objetivos:

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la eficacia de una fórmula propuesta para identificar y evaluar riesgos ambientales disergonómicos, basada en estándares internacionales y su aplicabilidad práctica en contextos académicos reales.

Objetivos específicos

- Definir los valores límite establecidos por normas internacionales para los factores de iluminación, ruido y confort térmico, asegurando su pertinencia en la evaluación disergonómica.
- Diseñar una fórmula de evaluación de riesgos ambientales disergonómicos considerando los límites definidos y principios científicos validados.
- Aplicar la fórmula diseñada y analizar su eficacia en la evaluación de ambientes de

una institución educativa.

- Interpretar los resultados obtenidos para proponer mejoras que optimicen las condiciones ambientales disergonómicas en la institución educativa.

Propuesta

Para definir los valores límite de los factores ambientales disergonómicos se establecen los siguientes a partir de bibliografía.

Medición del confort térmico

El confort térmico se define como “la condición de la mente que expresa satisfacción con el entorno térmico y está sujeto a evaluación subjetiva” (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2017); aunque el verdadero confort térmico depende de la percepción individual; las normas internacionales a menudo buscan la manera de cuantificarlo para establecer estándares y pueda asegurarse el bienestar de las personas.

Entre los modelos definidos por las normas internacionales para la evaluación del confort térmico, se encuentran los estudios estáticos, caracterizados por ser los primeros en ser propuestos y que definen parámetros fijos para alcanzar el confort térmico; y los modelos adaptativos, como los propuestos por normas como la ASHRAE 55-2017, que plantean formas de calcular temperaturas óptimas de operación (Taleghani et al., 2013); otros modelos se basan en cálculos que dependen de la transferencia de energía entre el cuerpo y el entorno para evaluar.

En el estudio se aplica el modelo adaptativo de la ASHRAE 55-2017 (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2017) que propone calcular la temperatura óptima del ambiente tomando en cuenta la temperatura promedio exterior, considerando para este cálculo periodos de entre 7 a 30 días. Mediante la siguiente ecuación:

$$T_{CO} = 0,31 T_{ref} + 17,8$$

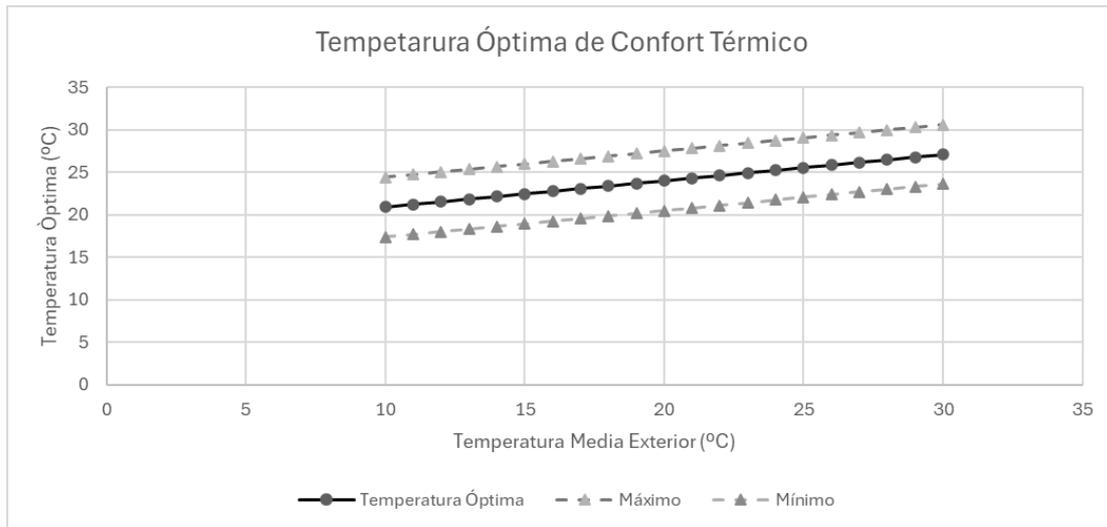
Donde:

T_{CO} : Temperatura de confort

T_{ref} : Temperatura media exterior

Se considera como máximo, una diferencia de 3,5°C respecto a la temperatura ideal para considerar que se cumple con los requisitos de la norma ASHRAE 55-2017.

Figura 1. Temperatura de confort térmico.



Nota. Los datos se manejan desde 2017 hasta la actualidad según ASHRAE 55-2017.

Medición de la iluminación

La iluminación técnicamente es una cantidad de luz presente en un ambiente; se mide con la unidad Lux (Lx) en el Sistema Internacional. La iluminación, medida en lux es definida como “la medida de flujo fotométrico por unidad de área” (Taylor, 2000). Tanto la iluminación, como la distribución de esta, afectan la percepción visual e impacto al momento de realizar cualquier actividad disminuyendo la capacidad visual.

En la norma ISO 8995:2002 (Organización Internacional de la Normalización, 2002), referente a iluminación de puestos de trabajo interiores, se presenta las recomendaciones sobre la iluminación de ambientes, tomando en cuenta las necesidades ergonómicas, la seguridad y la economía para asegurar una iluminación óptima, siendo en el caso de aulas educativas, de 300 lux. Al evaluar adecuadamente el nivel de iluminación de un área, esta norma establece que también debe tomarse en cuenta los niveles de iluminación de áreas adyacentes a los ambientes a analizar, y la uniformidad que se tenga al evaluar distintos puntos. Sin olvidar, la escala de iluminación que indica que las diferencias en la iluminación relativa de un punto respecto a otro, estos deben estar alejados entre sí aproximadamente en un factor de 1,5. En el entorno próximo no debería haber una iluminación menor a 200 lux, porque se presentan molestias en la visión por la diferencia perceptible. La escala de iluminación se aplica parcialmente al considerar la uniformidad calculada como el valor mínimo medido dividido entre el valor promedio del ambiente, ya que se indica que esta no debería ser inferior a 0,7 en el lugar de estudio.

Tabla 1. Escala de Iluminación Norma ISO 8995:2002.

Escala de iluminación (Lux)
20
30
50
75
100
150
200
300
500
750
1000
1500
2000
5000

Nota. Los datos se manejan desde 2002 hasta la actualidad según ISO 8995:2002.

La norma ISO 8995:2002 también toma en cuenta otros factores como la dirección de la iluminación, el deslumbramiento provocado por esta y el factor del color para la evaluación de la luz en espacios interiores de trabajo, sin embargo, dada la complejidad para su medición y el objetivo de este trabajo, se opta por centrarse únicamente en la iluminación.

Medición de ruido

El ruido es un factor ergonómico recurrente al evaluar un entorno de trabajo porque puede traer consecuencias como daños a la audición, afectar a la concentración y a las capacidades de comunicación (Skilling & Munro, 2016); el ruido se mide en decibeles (dB) y su medición está normalizada por la norma ISO 1996 – 2 (Organización Internacional de la Normalización, 2017), que describe los procedimientos de medición.

La medición y evaluación del ruido puede resultar dificultosa, por la variación de los niveles de ruido, su intensidad y periodo de exposición que pueden ser determinantes para la evaluación del ambiente. Por ello, la norma ISO 1996 – 2 provee métodos para considerar la incertidumbre del ruido dentro de las evaluaciones, estableciendo ecuaciones para cuantificar las variaciones de sonido, así como definir la necesidad de un marco de tiempo para los estudios; por otra parte, Skilling y Murno (2016), definen dos tipos de exposición al ruido distintas, la de corto plazo y largo plazo, contando ambas con valores límites diferentes considerando las límites en el Reino Unido para ruidos, siendo estos de entre 80 a 85 dB para exposiciones largas, y de entre 135 a 137 para exposiciones de corta duración pero de alta intensidad.

Por su parte, la norma boliviana NTS-002 Ruido (Centro de Estudios para el Desarrollo, 2021), establece límites máximos permitidos de acuerdo con el tiempo transcurrido (Tabla 2), siendo sus valores similares a los propuestos por otras normas.

Tabla 2. Límites de ruido en función del tiempo.

Límite (dB)	Tiempo (h)
85	8
88	4
91	2
94	1
97	0,5
100	0,25

Nota. Los datos se manejan desde 2017 hasta la actualidad.

Y para su evaluación se considera la Dosis, calculada para los límites de 8 horas de la siguiente manera:

$$D = 10^{\frac{L(dB) - 85}{10}}$$

Donde:

D: Dosis

L(dB): Ruido medido en dB

Materiales y métodos

A través de los requisitos y métodos provistos por las normas, se procedió a la formulación de ecuaciones que permitan resumir las principales variables a ser tomadas en cuenta para el análisis rápido de factores ergonómicos en los ambientes.

La ecuación de riesgo plantea la evaluación integral de los tres factores tomados en cuenta en este proyecto:

$$FR = FR_{Confort\ Térmico} + FR_{Iluminación} + FR_{Ruido}$$

Para la toma de datos, considerando el total de aulas existentes en la institución (32), se calculó el tamaño de muestra según la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

N: Población total

Z: Parámetro dependiente del nivel de confianza

e: Error de estimación máximo aceptado

p: Probabilidad de que ocurra el evento estudiado

q: Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Tomando en cuenta que se pretende realizar una evaluación inicial a la institución al ser la primera instancia de aplicación de la fórmula de riesgo ergonómico propuesta, se consideró un Nivel de Confianza del 80% ($Z = 1,28$) y un error máximo aceptado del 20% ($e=0,20$); al no contarse con información anterior de la institución, la probabilidad de que se detecten problemas en los factores ambientales se consideró como 50% ($p = 0,5$ $q = 0,5$).

En base a esto, el tamaño de la muestra se calculó de la siguiente manera:

$$n = \frac{(32) * (1,28)^2 * (0,50 * 0,50)}{(0,15)^2 * (32 - 1) + (1,28)^2 * (0,50 * 0,50)} = 7,94 \approx 8$$

Y del total de aulas se escogió de manera aleatoria para el análisis, recolectando la información mediante un proceso estándar que toma los datos de nueve puntos diferentes equidistantes dentro de cada aula obteniendo 72 muestras.

Factor de riesgo de confort térmico

El factor de riesgo relacionado al confort térmico se calcula tomando en cuenta que el rango de temperaturas que se consideran aceptables está a $3,5^{\circ}\text{C}$ de la temperatura ideal, misma que está relacionada a las condiciones externas del ambiente. De esta manera, la ecuación se plantea de manera lineal, tomando en cuenta que los límites de temperatura tomarían un valor de riesgo de uno.

$$FR_{\text{Confort térmico}} = \frac{|0,31 T_{Ref} + 17,8 - T|}{3,5}$$

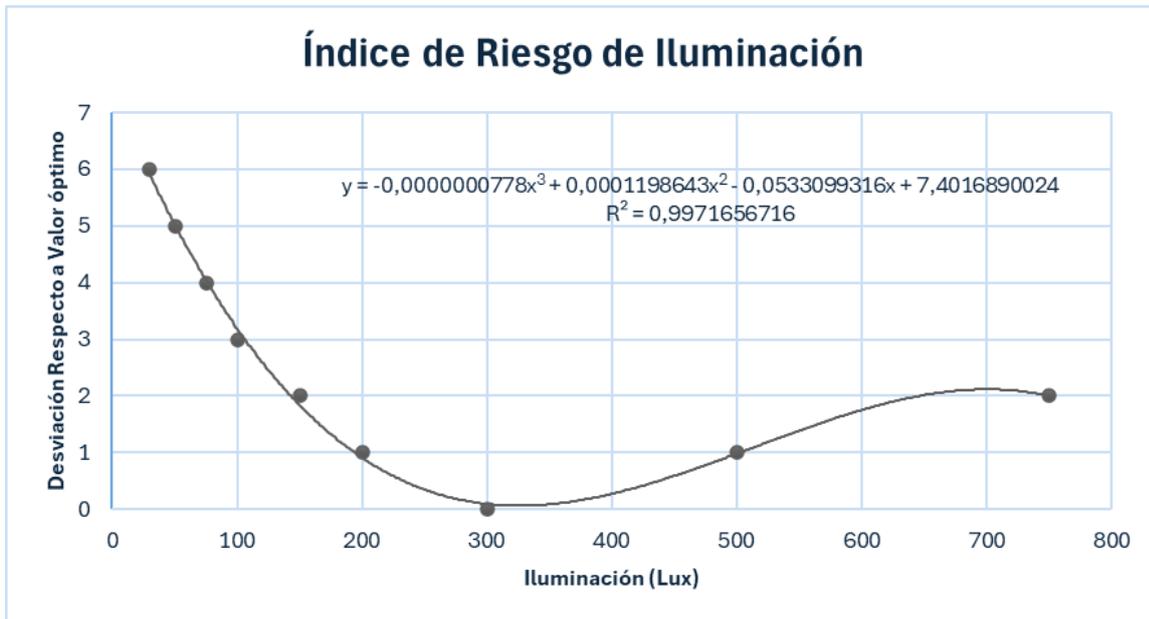
La temperatura durante el estudio se obtuvo de datos históricos provistos por la página TuTiempo.net.

Factor de riesgo de iluminación

Para el factor de riesgo de iluminación, se optó por evaluar tanto el nivel de iluminación como la uniformidad.

El factor de riesgo de nivel de iluminación, tomando en cuenta las escalas de iluminación y los rangos aproximados de iluminación presentados regularmente en el medio, se calculó como una ecuación polinómica para ajustarse mejor a los datos:

Figura 2. Regresión polinómica del índice de riesgo de iluminación.



Nota. Elaborada a partir de la escala de iluminación de la norma ISO 8995:2002.

De esta manera, la ecuación se resume de la siguiente manera:

$$FR_{\text{Nivel de Iluminación}} = -7,78 * 10^{-8} I^3 + 1,20 * 10^{-4} I^2 - 5,33 * 10^{-2} I + 7,40$$

Donde:

I : Iluminación (Lux)

En el caso de la uniformidad, se tomó en cuenta de la siguiente manera:

$$FR_{\text{Uniformidad de Iluminación}} = \frac{0,7}{\frac{I_{\text{min}}}{I_{\text{prom}}}}$$

Ambos factores se tomaron en cuenta como indicador del factor de riesgo de iluminación.

Para tomar datos de la iluminación, se usa un luxómetro Light Meter CEM DT-1309, el cual es un dispositivo digital certificado que tiene un rango máximo de 400000 luxes. El dispositivo permite la medición de la luminosidad en luxes mediante el sensor adjunto y muestra los valores en la pantalla.

Factor de riesgo de ruido

Finalmente, el factor de riesgo de ruido se obtuvo de la norma NTS – 002 (2021) Ruido (Centro de Estudios para el Desarrollo, 2021), en la cual se considera el tiempo estándar de trabajo.

$$FR_{Ruido} = 10^{\frac{R-85}{10}}$$

Para la medición del sonido, se empleó la aplicación de Sonómetro de Splendid Apps, que permite registrar valores en instantes determinados, valores máximos, mínimos y promedios y presenta la gráfica con los valores en función del tiempo.

Recolección y procesamiento de datos

Para la recolección de datos, se seleccionaron ocho salas al azar para realizar el estudio; en cada una, se tomaron muestras en nueve posiciones equidistantes.

Los datos recopilados fueron procesados utilizando Microsoft Excel, aplicando la ecuación de riesgo a los valores individuales para después obtener un promedio representativo de estos, cuyo valor indica el nivel de riesgo ergonómico en los distintos factores estudiados.

Resultados y discusión

Tras las mediciones y el posterior procesamiento de estos, se obtiene la siguiente información:

Tabla 3. Resultados del análisis de factores físicos.

Resultados					
Factores de riesgo					
Número	Confort térmico	Nivel de iluminación	Uniformidad de iluminación	Ruido	Factor de riesgo total
1	0,0451	3,1300	1,8538	0,0165	5,0454
2	0,1263	1,4333	1,1611	0,0192	2,7399
3	0,0166	1,9557	0,8974	0,0343	2,9040
4	0,1023	0,6671	1,0084	0,0040	1,7818
5	0,0166	1,4594	1,7268	0,0312	3,2339
6	0,1023	3,0358	1,8134	0,0073	4,9587
7	0,1594	3,7069	1,8407	0,0106	5,7177
8	0,1023	1,4145	1,9035	0,0343	3,4545

Nota. Elaborado a partir de los datos tomados en la institución.

Se observa que el principal problema existente en las instalaciones es de factores de iluminación, presentando estos en la mayor parte de las salas, ya sea debido a diferencias entre los valores óptimos o por baja uniformidad. La insuficiente iluminación puede causar fatiga visual, lo cual lleva a molestias oculares, dolores de cabeza y dificultad para concentrarse. Esto es especialmente problemático en actividades que requieren lectura y escritura (Parsons, 2000).

En cuanto a la funcionalidad de la ecuación, se observó que cumplió con los objetivos, siendo de gran ayuda para la evaluación del entorno; sin embargo, se deben tomar en cuenta

algunos factores al momento de su aplicación.

El factor de riesgo calculado para confort térmico, tal como está planteado en la norma, se emplea para ambientes cerrados sin control térmico, es decir, que no cuentan con dispositivos que permitan regular la temperatura en algunas aulas de la instalación. Al no regular es posible que la temperatura extrema (ya sea demasiado alta o baja) puede afectar la capacidad de los estudiantes para concentrarse y mantenerse atentos, reduciendo así su rendimiento académico (Taleghani et al., 2013).

Por otro lado, el primer término del factor de riesgo de iluminación, dado que se formuló de acuerdo con una regresión polinómica a partir de las escalas de iluminación, no se ajusta completamente a los valores esperados, teniendo un error en promedio de 0,1 respecto a estos.

Finalmente, el factor de riesgo de ruido presenta una particularidad al tratarse de una ecuación exponencial, por lo que valores de ruido que sobrepasen el nivel permitido, aumentarían rápidamente el resultado.

Conclusiones

En conclusión, a través del planteamiento de la ecuación de riesgo ergonómico en base a normativa, tanto nacional como internacional, fue posible realizar el análisis rápido de los factores ambientales dentro de la institución, detectando fallas en cuanto a iluminación.

La ecuación, a pesar de encontrarse en etapas tempranas de desarrollo, indica claramente el factor ambiental que presenta errores, haciendo posible su identificación para iniciar con estudios más específicos para solucionar el problema.

En el caso del análisis realizado, el método de estudio permitió identificar la existencia de problemas en la mayor parte de las salas en cuanto a la iluminación, tanto por los valores registrados, que eran inferiores a los óptimos para este tipo de instalaciones, como por la baja uniformidad de estos.

Respecto a los otros factores es posible seguir trabajando en mantenerlos en parámetros confortables, para ello se sugiere considerar las siguientes sugerencias.

Sugerencias para mitigar el ruido en entornos educativos:

- Mejorar la acústica de las aulas evitando la filtración de sonido por ventanas y espacios innecesarios abiertos por falta de sellado apropiado como materiales absorbentes de sonido, por ejemplo, paneles acústicos, alfombras y cortinas pesadas que puedan ayudar a absorber el sonido (Picard & Bradley, 2001).
- En el caso de ventanas se puede incluir el doble acristalamiento, y considerar la separación de las aulas de áreas ruidosas estableciendo horarios de uso de los patios para evitar usarlos en los horarios más confluídos en las aulas aledañas a estos espacios.
- Implementar un sistema de monitoreo del ruido para identificar las fuentes de ruido

dentro del entorno educativo.

- Educar a estudiantes y profesores sobre la importancia de mantener un ambiente silencioso. Esto puede incluir programas de concienciación sobre el ruido y la implementación de “zonas de silencio” en ciertas áreas (Stansfeld et al., 2000).

Sugerencias para mejorar la iluminación y la temperatura en entornos educativos:

- Intentar maximizar la entrada de luz natural pudiendo utilizar ventanas, tragaluces y claraboyas.
- En la actualidad se utiliza persianas y cortinas para reducir el deslumbramiento y la entrada excesiva, a esto podría considerarse las películas de control solar (Parsons, 2000)
- Seguir promoviendo el uso de lámparas LED que proporcionen una iluminación uniforme y de alta calidad con un bajo consumo energético (Organización Internacional de la Normalización, 2002)
- Revisar la distribución de la iluminación actual que sea uniforme en todas las aulas, evitando áreas demasiado iluminadas u oscuras.
- Seleccionar luces con una temperatura de color adecuada (entre 4000K y 5000K) para anular la luz natural y mejorar la comodidad visual (Taylor, 2000).

Sugerencias para mejoras en la temperatura:

- Actualmente la infraestructura cuenta con aulas con sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) que permiten un control preciso de la temperatura y calidad de aire, se sugiere extender este tipo de equipamiento a la mayor cantidad de aulas existentes en la actualidad.
- Utilizar termostatos o sistemas de monitoreo que permitan recabar información para la toma de decisiones de mejora de los entornos educativos.

Implementando estas sugerencias, los entornos educativos pueden mejorar significativamente el confort y la eficiencia del uso de recursos de las instalaciones creando un ambiente más propicio.

Referencias

- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (2017). ASHRAE 55: Thermal and environmental conditions for human occupancy.
- Attaianese, E. (2017). Ergonomics of Built Environment i.e. How Environmental Design Can Improve Human Performance and Well-Being in a Framework of Sustainability. *Medwin Publishers*, 1(1). <https://doi.org/10.23880/EOLJ-16000S>
- Berglund, B., Lindvall, T., & Schwela, D. H. (1999). *Guidelines for community noise*. World Health Organization.
- Boyce, P. R. (2003). *Human Factors in Lighting*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203426340>
- Centro de Estudios para el Desarrollo. (2021). NTS 002: Ruido. CEPD.
- Klatte, M., Bergstrom, K., & Lachmann, T. (2010). Does noise affect learning? A short review on noise effects on cognitive performance in children. *Frontiers in Psychology*, 1, 1-6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2010.00097>
- Organización Internacional de la Normalización. (2002). ISO 8995 - Iluminación de puesto de trabajo interiores.
- Organización Internacional de la Normalización. (2017). ISO 1996 - Determinación de niveles de presión de sonido.
- Parsons, K. C. (2000). Environmental ergonomics: a review of principles, methods and models. *Applied Ergonomics*, 31(6), 581-594. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(00\)00044-2](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(00)00044-2)
- Picard, M., & Bradley, J. (2001). Revisiting Speech Interference in Classrooms. *Audiology*, 40, 221-224. <https://doi.org/10.3109/00206090109073117>
- Shield, B. M., & Dockrell, J. E. (2003). The Effects of Noise on Children at School: A Review. *Building Acoustics*, 10(2), 97-116. <https://doi.org/10.1260/1351010037689659>
- Skilling, E. J., & Munro, C. (2016). Environmental ergonomics. In J. Edmonds, *Human Factors in the Chemical and Process Industries* (pp. 271-290). Edinburgh: The Keil Centre.
- Stansfeld, S., Haines, M., & Brown, B. (2000). Noise and health in the urban environment. *Reviews on Environmental Health*, 15(1-2), 43-82. <https://doi.org/10.1515/reveh.2000.15.1-2.43>
- Taleghani, M., Tenpierik, M., Kuvers, S., & van den Dobbelen, A. (2013). A review into thermal comfort in buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 201-215. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.050>
- Taylor, A. E. (2000). *Illumination Fundamentals*.
- Wargocki, P., & Wyon, D. P. (2013). Providing better thermal and air quality conditions in school classrooms would be cost-effective. *Building and Environment*, 59, 581-589. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.10.007>



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