

Improving thermal comfort in educational environments: an innovative approach

Mejorando el confort térmico en entornos educativos: un enfoque innovador

Jeniffer H. Aitken Gutierrez¹, Carlos Ernesto Gamonal Torres¹, Carlos A. Ordoñez Mejia¹  , Sandra X. Fernández Gastelo¹  

¹Universidad Tecnológica del Perú. Chiclayo, Perú.

Cite as

Aitken Gutierrez JH, Gamonal Torres CE, Ordoñez Mejia CA, Fernández Gastelo SX. Improving thermal comfort in educational environments: an innovative approach. SAP Land and Architecture. 2024; 3:103. <https://doi.org/10.56294/la2024103>

Publication History

Submitted: 18-05-2023

Revised: 27-09-2023

Accepted: 04-01-2024

Published: 05-01-2024

Corresponding Author

Jeniffer H. Aitken Gutierrez 

ABSTRACT

Thermal comfort in educational environments is essential to promote an environment conducive to learning and student well-being. This article presents an innovative approach to improve thermal conditions in classrooms, integrating bioclimatic design strategies, natural ventilation and efficient use of materials. It analyzes how building orientation, the selection of materials with high thermal inertia and the implementation of cross-ventilation systems can contribute to regulate indoor temperature effectively. In addition, the importance of creating spaces that are not only functional, but also promote students' academic performance and emotional health is discussed. Through case studies and empirical data, the impact of these strategies in various educational institutions is evaluated. The results indicate that an improvement in thermal comfort translates into a significant increase in concentration and school performance. This comprehensive approach not only seeks to optimize the physical conditions of the classroom, but also to inspire educators and architects to adopt sustainable practices that will benefit future generations. The research highlights the need to prioritize thermal comfort as an essential component of modern educational design.

Keywords: Thermal Comfort; Educational Environments; Bioclimatic Design; Natural Ventilation.

RESUMEN

El confort térmico en entornos educativos es fundamental para promover un ambiente propicio para el aprendizaje y el bienestar de los estudiantes. Este artículo presenta un enfoque innovador para mejorar las condiciones térmicas en aulas, integrando estrategias de diseño bioclimático, ventilación natural y uso eficiente de materiales. Se analiza cómo la orientación del edificio, la selección de materiales con alta inercia térmica y la implementación de sistemas de ventilación cruzada pueden contribuir a regular la temperatura interior de manera efectiva. Además, se discute la importancia de crear espacios que no solo sean funcionales, sino que también fomenten el rendimiento académico y la salud emocional de los estudiantes. A través de estudios de caso y datos empíricos, se evalúa el impacto de estas estrategias en diversas instituciones educativas. Los resultados indican que una mejora en el confort térmico se traduce en un aumento significativo en la concentración y el rendimiento escolar. Este enfoque integral no solo busca optimizar las condiciones físicas del aula, sino también inspirar a educadores y arquitectos a adoptar prácticas sostenibles que beneficien a las futuras generaciones. La investigación destaca la necesidad de priorizar el confort térmico como un componente esencial del diseño educativo moderno.

Palabras clave: Confort Térmico; Entornos Educativos; Diseño Bioclimático; Ventilación Natural.

INTRODUCCIÓN

El confort térmico es un aspecto fundamental que se refiere a la percepción de las condiciones ambientales, tales como temperatura, humedad y velocidad del aire, y su influencia en el bienestar de las personas, especialmente en contextos educativos. Los estudiantes, en su fase de desarrollo, son particularmente susceptibles a condiciones térmicas inadecuadas, lo que puede repercutir negativamente en su salud y rendimiento cognitivo. En el distrito de Llama, donde prevalecen altas temperaturas durante casi todo el año, la I.E. primaria 1010000 Félix Montenegro Zulueta enfrenta serias dificultades debido a la falta de un adecuado aislamiento y la ausencia de espacios verdes, lo que agrava las condiciones térmicas adversas. Este contexto motiva la investigación sobre cómo mejorar la sensación térmica confortable en esta institución, considerando el impacto de las altas temperaturas en las actividades diarias de los estudiantes. Para abordar esta problemática, se han planteado cinco objetivos específicos: primero, analizar las características de orientación y accesibilidad del colegio; segundo, estudiar las condiciones ambientales relacionadas con la temperatura y la percepción solar; tercero, evaluar el factor tecnológico constructivo en términos de forma y materialidad; cuarto, identificar estrategias de acondicionamiento; y quinto, investigar estrategias de refrigeración aplicables en el contexto escolar. La investigación se fundamenta en estudios cuantitativos que evidencian la influencia del entorno físico escolar en el aprendizaje. Por ejemplo, en un estudio identificaron que factores como la disposición del aula y el acceso a espacios verdes afectan directamente el comportamiento y rendimiento académico de los estudiantes. Salas et al.⁽¹⁾ utilizaron modelos de simulación para demostrar cómo la calidad del aire y la temperatura influyen en el confort y concentración estudiantil. Jia et al.⁽²⁾ realizaron una revisión sistemática que subraya la necesidad de integrar el confort térmico con la calidad del aire y el consumo energético en futuras investigaciones. Miao et al.⁽³⁾ desarrollaron un modelo predictivo que confirma la relación entre calidad del aire y confort térmico en aulas con ventilación natural. Adicionalmente, se ha llevado a cabo un análisis cualitativo por Rocha et al.⁽⁴⁾, quienes revisaron estudios sobre confort térmico en escuelas tropicales y examinaron ejemplos de instituciones brasileñas que han implementado estrategias bioclimáticas y tecnologías sostenibles. Estas estrategias incluyen consideraciones sobre orientación, forma y materiales constructivos que no solo mejoran el confort térmico, sino que también reducen costos operativos y promueven una educación ambiental sobre sostenibilidad. Según información de la OMM, se prevé un aumento significativo de las temperaturas globales en los próximos años, lo que hace aún más urgente abordar estas cuestiones. Por último, diversos estudios han adoptado metodologías mixtas para evaluar calidad del aire y confort térmico en edificios educativos, concluyendo que no hay una solución única para optimizar estas condiciones. Investigaciones recientes López et al.⁽⁵⁾, Karakas et al.⁽⁶⁾, Zhang et al.⁽⁷⁾, Aparicio-Ruiz et al.⁽⁸⁾, Mechado de Azevedo Correia et al.⁽⁹⁾ han demostrado que la ventilación natural combinada con elementos arquitectónicos como atrios y patios es una estrategia prometedora para mejorar el confort térmico. Sin embargo, los resultados varían según factores geográficos y climáticos, lo que resalta la importancia de considerar múltiples criterios al diseñar intervenciones para mejorar estas condiciones.

MÉTODO

El presente trabajo de investigación consta de una metodología mixta esto quiere decir que combina el uso de métodos cualitativos y cuantitativos, con el propósito de completar la información recopilada, brindando una visión más completa y profunda de la situación estudiada. De acuerdo con Hamui-Sutton⁽¹⁰⁾, los métodos mixtos utilizan diversas fuentes de información que se combinan de diversas maneras para sustentar análisis más comprensivos, acerca de la problemática educativa planteada. La investigación con la metodología mixta va más allá de la suma de lo cuantitativo y lo cualitativo, en el proceso de interfase entre ellos se van subsanando las limitaciones de ambos, al mismo tiempo que se dibuja un panorama más amplio que fortalece la validez de la interpretación de los resultados. Esta metodología no solo permite analizar estadísticas y datos, sino también comprender las percepciones, opiniones y experiencias de las personas involucradas, como lo son los alumnos y docentes de la I.E. primaria 1010000 Félix Montenegro Zulueta del caserío La Ramada en el distrito de Llama. Dándonos como resultado un entorno escolar más saludable, acogedor y propicio para el aprendizaje y el bienestar de las personas que pasan más de 5 horas en dicha infraestructura.

Por otra parte, el alcance de la investigación se enfocará en describir las características y condiciones de la infraestructura escolar para evaluar si los espacios proporcionan comodidad y un ambiente adecuado tanto para los alumnos como para los docentes de la institución educativa primaria. De este alcance de carácter descriptivo se podrá obtener una visión integral y detallada de la calidad de la infraestructura escolar y como contribuye al ambiente de aprendizaje y trabajo. Los hallazgos y observaciones obtenidos permitirán identificar áreas de mejora y posibles intervenciones para optimizar el confort y la funcionalidad de los espacios educativos en beneficio de la comunidad escolar. Como afirma el estudio de alcance descriptivo busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población.

Además, el diseño de la investigación de este documento será no experimental cuantitativa y descriptiva, ya que, en este tipo de diseño, se recopilan datos detallados sobre las características de los espacios en un único momento, sin realizar intervenciones o manipulaciones experimentales, esta información se analiza y presenta de forma que permita describir las características observadas de manera objetiva. Desde el punto de vista de Samperi et al.⁽¹¹⁾, la investigación no experimental es un parteaguas de un gran número de estudios cuantitativos como las encuestas de opinión, los estudios ex post-facto retrospectivos y prospectivos, etc. También, el diseño de la investigación también tiene una forma cualitativa, puesto que se analiza de manera exhaustiva los aspectos relevantes de la institución educativa Félix Montenegro de forma temporal. De acuerdo con Gallardo⁽¹²⁾, la investigación cualitativa no estudia la realidad en sí, sino que contribuye a la realidad, esto implica estudiarlo desde el punto de vista de las personas y enfatizar el proceso de comprensión de parte del investigador.

Según el método de investigación se implica a partir de teorías existentes relacionadas a la sensación térmica confortable y las técnicas utilizadas para mejorar los entornos educativos. Estas teorías servirán como base fundamental para establecer hipótesis y objetivos de investigación más concretos en cuanto a cómo aplicar esas técnicas en la I.E. primaria 1010000 Félix Montenegro

Zulueta del caserío La Ramada en el distrito de Llama. En otros términos, se utilizará un método deductivo, para poder identificar las técnicas más adecuadas y efectivas y así mejorar la sensación térmica en el colegio, tomando en consideración las condiciones particulares del lugar y las necesidades específicas de los estudiantes y el personal académico, nos permitirá fundamentar las recomendaciones y conclusiones en una evidencia teórica sólida. Según Gallardo⁽¹²⁾, la deducción es el razonamiento lógico inverso a la inducción, que permite extraer conclusiones particulares de los hechos o situaciones generales. Opera de lo general a lo particular.

La población tomada para esta investigación serán los mismos alumnos y docentes de la institución educativa ya que nos basamos en los mismos actores dentro del contexto de estudio, sabiendo que la institución cuenta con 96 alumnos, 6 docentes y cuenta con 6 salones en uso. En este sentido Rocha et al.⁽⁴⁾, describe que el espacio de la escuela es un territorio para múltiples acciones que garantizan derechos básicos a la familia trabajadora, de esta manera, la calidad de este espacio es fundamental para asegurar los principios universales de la ciudadanía.^(13,14)

La muestra que se tomara en esta investigación serán los alumnos de 4to, 5to y 6to del nivel primario, así también serán sus 3 salones y, por último, los 6 docentes de la institución educativa primaria 1010000 Félix Montenegro Zulueta del caserío La Ramada en el distrito de Llama. Esto con la finalidad de obtener una perspectiva completa y representativa de la comunidad escolar en relación con la infraestructura y el ambiente de aprendizaje.^(15,16)

Hay que mencionar, además que se utilizará diferentes tipos de técnicas de investigación, una de ellas es la observación directa ya que queremos describir y dar a conocer el comportamiento del usuario con el soporte de datos proporcionados y seguros. También usaremos las encuestas las cuales se realizarán para saber exactamente los datos, puesto que esta información será esencial para la investigación y las técnicas que se podrían dar en dicho colegio.

La investigación contará como instrumentos, en primer lugar, las fichas de observación que nos permitirán recolectar las diferencias físicas y funcionales que presentan los espacios del colegio Félix Montenegro Zulueta. Así mismo, un conjunto de preguntas estructuradas para obtener respuestas concretas o cerradas y preguntas abiertas para permitir al usuario expresarse más libremente.⁽¹⁷⁾

Finalmente, las técnicas de análisis serán inicialmente la observación la cual se emplea para describir y explicar el comportamiento de con datos confiables. Por ultimo las encuestas las cuales se llevan a cabo para obtener información precisa y basada en hechos concretos. Con estas técnicas combinadas podremos obtener resultados relevantes y acercarnos más a la realidad de la I.E. primaria 1010000 Félix Montenegro Zulueta del caserío La Ramada en el distrito de Llama.⁽¹⁸⁾

RESULTADOS

Orientación y accesibilidad, de la I.E. primaria 1010000 Félix Montenegro Zulueta del distrito de Llama.

Orientación y accesibilidad

Con respecto al ámbito educativo, la orientación y accesibilidad se vincula a como está emplazado las instalaciones escolares para optimizar la luz natural, la ventilación y el confort térmico. Además, asegura que todos los estudiantes, puedan tener un entorno de aprendizaje más saludable y efectivo.

En la figura 1 muestra el emplazamiento de los salones 4to, 5to y 6to grado de primaria dentro de los límites de la institución educativa, en la figura se aprecia que los salones de 4to y 5to de primaria están orientados hacia el oeste, lo cual implica una exposición directa a la radiación en las horas de la tarde. La orientación de las ventanas favorece la captación de luz natural indirecta durante la mañana, lo cual es adecuado para evitar el exceso de calor en las primeras horas del día. No obstante, el asoleamiento al medio día, este debido a la orientación de los salones puede ocasionar un aumento de temperatura, provocando un malestar hacia los alumnos y maestros.

En el aula de 6to también presenta una orientación hacia el oeste, tanto la orientación general del aula como la de sus ventanas en esta dirección pueden exponer a los estudiantes a un exceso de radiación solar directa al medio día, afectando negativamente el confort de los docentes y estudiantes.



Figura 1. Institución primaria 1010000 Félix Montenegro Zulueta vista satelital

Nota: en la figura se muestra la limitación de la institución y la ubicación de los salones cuarto, quinto y sexto año de primaria

Docentes

En la figura 2 podemos ver un resumen sobre las preguntas dadas hacia los docentes, en ellos con relación al impacto de orientación de los salones en la sensación térmica percibida, el 100 % de los docentes encuestados coincide en que la disposición de los salones influye significativamente en la temperatura interior durante la jornada escolar. Esto refleja una conformidad unánime respecto a la importancia de la orientación en el confort térmico. Por otro lado, solo el 22 % de los docentes considera que los salones están ubicados en una posición adecuada para evitar la exposición directa al sol, mientras que el 78 % percibe que la orientación actual de los salones resulta inadecuada en relación con la incidencia solar, lo que podría contribuir a un aumento de la temperatura en su interior. Esta tabla también muestra en cuanto a la ventilación, el cual dice que el 33 % de los docentes considera que el acceso a los salones facilita una ventilación adecuada; sin embargo, el 44 % opina que no se logra este objetivo y el 22 % indica que en algunas ocasiones la ventilación es insuficiente. Estos resultados sugieren que la mayoría de los docentes percibe limitaciones en la capacidad de ventilación cruzada, lo que podría afectar el confort térmico y la calidad del aire en el ambiente de aprendizaje.

Aspecto Evaluado	Pregunta	Respuestas	Docentes (n)	Porcentaje (%)
Impacto de la orientación en la sensación térmica	¿Considera que la orientación de los salones influye en la temperatura percibida?	Si	9	100%
		No	0	0%
Ubicación y exposición de los salones al sol.	¿Los salones están bien ubicadas para evitar la exposición directa al sol durante todo el día?	Si	2	22%
		No	7	78%
Percepción de la ventilación en los salones.	¿Considera que el acceso a los salones facilita una ventilación adecuada?	Si	3	33%
		No	4	44%
		A veces	2	22%

Figura 2. Percepción de los docentes sobre la sensación térmica y ventilación en la orientación y accesibilidad de los salones en la institución primaria 1010000 Félix Montenegro Zulueta

Nota: en la figura nos muestran el porcentaje de las respuestas sobre la percepción de los docentes

Alumnos

Aspecto evaluado	Pregunta	Respuesta	Cuarto	Quinto	Sexto	Total	% Total
Iluminación Solar en los salones	¿Los salones reciben mucha luz del sol?	Si	6(14%)	10(23%)	13(30%)	29	6%
		No	5(11%)	5(11%)	5(11%)	15	34%
Preferencia de Luz Solar en los salones	¿Prefieren tener luz solar en sus salones?	Si	2(5%)	1(2%)	1(2%)	4	9%
		No	9(20%)	14(32%)	17(39%)	40	91%
Percepción del Calor en los salones	¿En qué momento sientes más calor en el salón?	Por la mañana	1(2%)	7(16%)	1(2%)	9	20%
		Al mediodía	10(23%)	8(18%)	17(39%)	35	80%

Figura 3. Percepción de los alumnos sobre iluminación y calor en la orientación y accesibilidad en los salones de la institución primaria 1010000 Félix Montenegro Zulueta

Nota: la figura nos muestra el porcentaje de las respuestas sobre la percepción de los alumnos

En la figura 3 podemos percibir que la mayoría de los estudiantes (66 %) perciben que sus salones reciben abundante luz solar, aunque un significativo 91 % prefiere evitar la exposición directa al sol en sus espacios de estudio, evidenciando una preferencia por condiciones más frescas. Además, un 80 % de los estudiantes señala que la temperatura en los salones es más alta al mediodía, lo cual indica una acumulación de calor en este momento del día. Estos datos sugieren la necesidad de considerar estrategias de diseño y ventilación en los salones para mejorar el confort térmico y adaptarse a las preferencias de los estudiantes.

Factores ambientales del colegio rural de Llama según la temperatura, transmitancia y la percepción solar de los usuarios.

Temperatura

Se registró una temperatura promedio de 24,7°C en el mes de noviembre, mientras que la temperatura exterior no supera los 26,6°C. Teniendo en cuenta que se recomienda mantener un rango de temperatura entre 18°C y 24°C. la temperatura que existe dentro de la institución es confortable para la mayoría de los usuarios y permite una concentración óptima en las actividades académicas (figura 4).

Temperatura		
Salón	Interior	Exterior
Salón 4º	24.6°C	26.6°C
Salón 5º	24.1°C	
Salón 6º	25.6°C	
Temperatura promedio	24.7°C	26.6°C

Figura 4. Temperatura interior y exterior de los salones

Con respecto a la figura 5, se puede apreciar las paredes las cuales presentan manchas de salitre, indicando humedad acumulada debido a la exposición de lluvia y la falta de una protección adecuada en la construcción, este defecto se presenta en los 3 salones investigados, por otro lado, en la figura 6 observando más ampliamente el colegio en sí, notamos que alrededor del patio se ubican los salones, lo cual sugiere que el ruido generado por actividades escolares como lo es la clase de educación física afecta directamente a los salones, ya que están muy cerca y no cuenta con un aislamiento acústico adecuado.

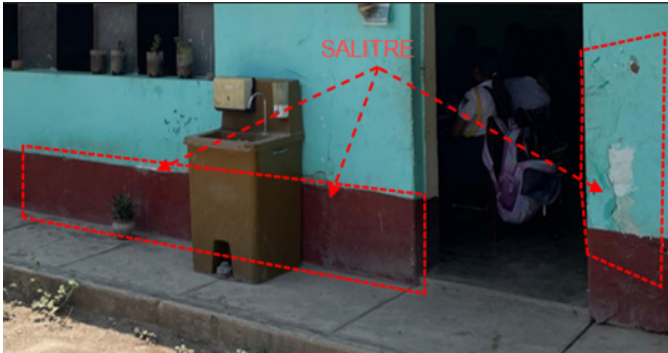


Figura 5. Paredes con manchas de salitre

Nota: en la figura se aprecia el estado de la parte exterior del salón, donde se evidencia un deterioro de las superficies debido a la influencia de factores externos y agentes abióticos, tales como la presencia de eflorescencias salinas



Figura 6. Patio central donde se realizan actividades escolares y a lado están los salones

Nota: en la figura se muestra el patio único en el que los alumnos suelen hacer deporte o jugar al momento del receso

Docentes

Condición	Respuesta	Total	%
Condiciones térmicas en verano	Muy calientes	7	78%
	Moderadamente calientes	2	22%
	Cómodas	0	0%
Condiciones térmicas en invierno	Muy frías	3	33%
	Moderadamente frías	4	44%
	Cómodas	2	22%
Percepción de los niveles de humedad.	Afecta significativamente	3	33%
	Afecta de manera moderada	4	44%
	Sin impacto	2	22%

Figura 7. Percepción de los docentes sobre las condiciones térmicas y temperatura en verano en los factores ambientales de la institución primaria 1010000 Félix Montenegro Zulueta

Nota: en la figura 7 nos muestra el porcentaje de las respuestas de la percepción de los docentes sobre los factores ambientales

Por parte de los docentes, estos perciben las condiciones térmicas de los salones de manera consistente, especialmente en las temporadas de mayor variación de temperatura. Durante el verano, el 78 % de los docentes describe los salones como “muy calientes”, mientras que un 22 % las considera “moderadamente calientes.” Ninguno de los encuestados percibe los salones como cómodas en esta época, lo cual se sugiere una falta de medidas de ventilación o refrigeración que mitiguen las altas temperaturas. En la temporada de invierno, la percepción es más equilibrada: el 33 % de los docentes describe los salones como “muy frías,” mientras que el 44 % las considera “moderadamente frías.” Solo un 22 % de los docentes percibe los salones como cómodas en esta temporada, lo que indica que los salones pueden carecer de aislamiento adecuado para mantener una temperatura confortable durante el clima frío. En cuanto a los niveles de humedad, el 33 % de los docentes considera que afectan significativamente el bienestar de los estudiantes, mientras que un 44 % percibe que afectan de manera moderada. Solo un 22 % de los docentes cree que la humedad no afecta a los estudiantes; esto sugiere que la presencia de humedad es un factor que puede influir en la comodidad de los estudiantes, y es probable que también tenga un impacto en la salud y el rendimiento académico.

Alumnos

Aspecto Evaluado	Pregunta	Respuesta	Cuarto	Quinto	Sexto	Total	% Total
Condiciones térmicas en el salón	¿A veces sientes que hace mucho calor o mucho frío en el salón?	Si, mucho calor	10 (23%)	13 (30%)	16 (36%)	39	89%
		Si, mucho frio	0 (0%)	2 (5%)	2 (5%)	4	9%
		no	1 (2%)	0 (0%)	0 (0%)	1	2%
Percepción de temperatura en verano	¿Crees que en el verano hace más calor en el salón?	Si	10 (23%)	15 (34%)	17 (39%)	42	95%
		No	1 (2%)	0 (0%)	1 (2%)	2	5%

Figura 8. Percepción de los alumnos sobre las condiciones térmicas y temperatura en el salón de la institución primaria 1010000 Félix Montenegro Zulueta

Nota: en la figura 5 nos muestra el porcentaje de las respuestas sobre la dimensión de factores ambientales

En cuanto a los alumnos, la percepción sobre las condiciones térmicas arroja que en general ellos experimentan calor con frecuencia. Los datos de la figura 8, nos dice que el 89 % entre los grados cuarto, quinto y sexto de primaria, marcaron que sienten “mucho calor” en los salones mientras que solo el 2 % percibió tener “mucho frio”. Además, durante el verano, el 95 % de los estudiantes afirmo que sienten más calor en el aula en comparación con otras épocas del año.

Factores tecnológicos constructivos según la forma y la materialidad de la I.E. primaria 1010000 Félix Montenegro Zulueta del distrito de Llama

El factor tecnológico constructivo se refiere a las herramientas, materiales y técnicas utilizadas en la construcción de espacios educativos. En primer lugar, este factor impacta directamente en cómo se sienten y aprenden los estudiantes en los salones. Además, una adecuada iluminación natural y uso de materiales amigables con el medio ambiente no solo crean un entorno agradable si no también promueven la salud a los estudiantes.

Acercas de la figura 9, evidencia espacios cubiertos por una estructura de techo compuesta por calaminas soportadas en vigas expuestas. La cubierta metálica, de provista de revestimiento adicionales, sugiere deficiencias en cuanto al confort térmico y acústico del espacio; las ventanas de dimensiones aparentemente limitadas, aportan iluminación natural y ventilación, aunque de forma restringida, lo que podría influir en la calidad ambiental interna. En la figura 8 muestra un sector de la fachada en la que se observa el uso de adobe como material predominante. se puede notar signos de desgaste y desprendimiento superficial, indicativos de una exposición prolongada a agentes climáticos sin un adecuado tratamiento de impermeabilización. En la figura 10 ofrece un acercamiento a las calaminas que conforman la cubierta del aula, evidenciando un estado avanzado de deterioro, con corrosión visible en los bordes y uniones de las piezas. Por otro lado, los salones están distribuidos de manera continua en una estructura lineal, lo que podría limitar la ventilación cruzada. Para finalizar la cubierta es de lámina metálica, este genera una acumulación de calor en el techo, afectando el confort térmico, ya que el calor se transferiría al interior.



Figura 9. Salones 4to, 5to y 6to de la Institución primaria 1010000 Félix Montenegro Zulueta

Nota: en la figura se muestra el ambiente en el que los alumnos reciben sus clases



Figura 10. Exterior del salón de 4to primaria de la Institución 1010000 Félix Montenegro Zulueta

Nota: en la figura se muestra la materialidad de la parte externa del aula de 4to año de primaria en la que los alumnos reciben sus clases



Figura 11. Vista detallada de la cubierta en el aula del 5to año de primaria Felix Montenegro
Nota: en la figura se observa el estado deterioro de la cubierta de calamina

Docentes

Como resultado, en la figura 12 los docentes de la institución primaria consideran que los salones no están adecuadamente diseñadas ni construidas para garantizar el confort térmico de los estudiantes. El 89 % opina que el diseño de los salones no minimiza el impacto de las temperaturas extremas de calor o frío, y el mismo porcentaje cree que los materiales de construcción no favorecen el confort térmico; además, solo el 22 % de los docentes considera que las ventanas y puertas proporcionan una ventilación adecuada, mientras que un 56 % afirma que no cumplen con esta función. Esto sugiere que tanto el diseño como los materiales y la ventilación de los salones podrían necesitar mejoras para garantizar un ambiente térmicamente cómodo.

Aspecto Evaluado	Pregunta	Respuesta	Docentes	% Total
Diseño de salones y confort térmico.	¿Los salones están adecuadamente diseñados para minimizar el impacto del calor o frío?	Si	1	11%
		No	8	89%
Calidad de materiales de construcción	¿Considera que la calidad de los materiales de construcción del colegio es adecuada para garantizar un confort térmico durante todo el año?	Si	1	11%
		No	8	89%
Ventilación adecuada en los salones.	¿Las ventanas y puertas permiten una ventilación adecuada?	Si	2	22%
		No	5	56%
		A veces	2	22%

Figura 12. Percepción de los docentes sobre el diseño de los salones y calidad de los materiales en los salones de la institución primaria 1010000 Félix Montenegro Zulueta

Nota: en la figura 12 nos muestra el porcentaje de las respuestas sobre el factor tecnológico constructivo

Alumnos

Sobre las condiciones de ventilación y aislamiento térmico en los salones de la institución educativa, la figura 12 indica que gran cantidad de los estudiantes 98 % afirman que sus salones cuentan con ventanas que permiten la entrada de aire. En cuanto a la eficacia de las paredes y techos para el aislamiento térmico, el 82 % de los estudiantes considera que brindan una protección adecuada. Sin embargo, un 18 % cree que esta protección no es suficiente. Además, el 89 % de los estudiantes expresó su deseo de tener cubiertas en las ventanas, lo cual sugiere una preocupación por la regulación de la luz solar o la temperatura en el salón.

En síntesis, la evaluación de la escuela Félix Montenegro Zulueta revela que, a pesar de algunos aciertos en su diseño, existen deficiencias importantes en la construcción que afectan directamente la calidad de vida de toda la comunidad educativa. El uso de

materiales inadecuados compromete el confort y la salud de estudiantes y profesores, creando un ambiente de aprendizaje menos efectivo. Para solucionar estos problemas, es necesario realizar una intervención integral que incluya la mejora de los materiales, acabados y la capacitación del personal involucrado.

Aspecto Evaluado	Pregunta	Respuesta	Cuarto	Quinto	Sexto	Total	% Total
Ventilación natural en los salones.	¿Tu salón tiene ventanas que se abren para que entre aire?	Si	10 (23%)	15 (34%)	18 (41%)	43	98%
		No	1 (2%)	0 (0%)	0 (0%)	1	2%
Eficacia de paredes y techos en aislamiento térmico.	¿Las paredes y el techo de tu salón te protegen bien del calor o frío?	Si	10 (23%)	11 (25%)	15 (34%)	36	82%
		No	1 (2%)	4 (9%)	3 (7%)	8	18%
Necesidad de cubiertas para ventanas.	¿Te gustaría tener más ventanas o ventiladores en el salón?	Si	10 (23%)	13 (30%)	16 (36%)	39	89%
		No	1 (2%)	2 (5%)	2 (5%)	5	11%

Figura 13. Percepción de los alumnos sobre ventilación natural, eficacia de paredes y techos, necesidad de cubiertas de los salones de la institución primaria 1010000 Félix Montenegro Zulueta

Nota: en la figura 13 nos muestra el porcentaje de las respuestas sobre la dimensión de factor tecnológico constructivo

DISCUSIÓN

La discusión actual se enfoca en la comparación de los estudios obtenidos de la investigación sobre las condiciones de habitabilidad en las aulas de la I.E. primaria 1010000 Félix Montenegro Zulueta del caserío La Ramada en el distrito de Llama con los resultados de varios estudios previos. Este análisis resalta la importancia del entorno físico en el proceso educativo y cómo las condiciones ambientales influyen en el rendimiento académico de los estudiantes. En primer lugar, al analizar las características de orientación y accesibilidad en la Institución Educativa Félix Montenegro Zulueta del distrito de Llama permitió identificar que las aulas orientadas al oeste optimizan la captación de luz natural en las mañanas, pero generan temperaturas elevadas al mediodía. Esto afecta negativamente la sensación térmica, como lo reflejan el 78 % de los docentes y el 80 % de los estudiantes que reportaron incomodidad térmica en este horario. Estos hallazgos coinciden con Salas et al.⁽¹⁾, quienes subrayan la necesidad de ajustar la orientación y redimensionar ventanas para mejorar el confort térmico y reducir la incidencia de radiación solar. Asimismo, Rocha et al.⁽⁴⁾ destacan que las deficiencias en la orientación pueden intensificar la dependencia de sistemas de refrigeración activa, lo que contradice las estrategias sostenibles recomendadas.

Así mismo al estudiar las condiciones ambientales relacionadas con la temperatura, la transmitancia solar y la percepción de los usuarios permitió establecer que la temperatura interior promedio (24,7°C) es mayormente confortable, pero el calor acumulado al mediodía genera disconformidad para el 78 % de los docentes y el 89 % de los estudiantes, especialmente durante el verano. Esta situación es coherente con los hallazgos de Zhang et al.⁽⁸⁾, quienes resaltaron que los espacios semiabiertos ofrecen una percepción térmica más favorable en climas cálidos. Además, los problemas de humedad detectados en las paredes y techos del colegio reflejan la necesidad de mejorar los acabados constructivos, como sugieren los estudios de Rocha et al.⁽⁴⁾ y Mechado de Azevedo Correia et al.⁽¹⁰⁾. De igual forma el análisis del factor tecnológico constructivo, considerando forma y materialidad, evidenció deficiencias en el diseño y uso de materiales en la institución. Los techos de calamina y paredes de adobe presentan desgaste y baja capacidad de aislamiento térmico, percibidos como inadecuados por el 89 % de los docentes.

Esto coincide con lo señalado por Salas et al.⁽¹⁾ y Rocha et al.⁽⁴⁾, quienes recomiendan la incorporación de materiales con mayor inercia térmica y mejor diseño bioclimático para reducir la dependencia de sistemas mecánicos y garantizar confort durante todo el año. Además, la falta de ventilación cruzada adecuada fue señalada como una limitación importante.

De igual modo al identificar estrategias de acondicionamiento en la institución mostró que la ventilación natural existente es insuficiente, según el 67 % de los docentes que consideraron que no se logra un flujo de aire adecuado. López et al.⁽⁵⁾ y Miao et al.⁽³⁾ destacan la efectividad de las estrategias híbridas, combinando ventilación natural y mecánica, para optimizar tanto el confort térmico como la calidad del aire interior. Estas estrategias serían aplicables en el contexto del colegio, dado que su implementación puede adaptarse a las necesidades particulares de cada aula. Por otro lado, al estudiar estrategias de refrigeración aplicables resaltó la ausencia de medidas activas o pasivas en las aulas. La percepción de los alumnos refleja una necesidad de cubiertas adicionales (89 %) para controlar la luz solar y la temperatura. Salas et al.⁽¹⁾ sugieren soluciones como la ventilación nocturna, sombreado y materiales eficientes para mitigar el calor en zonas cálidas, mientras que Mechado de Azevedo Correia et al.⁽¹⁰⁾ proponen estrategias

adaptativas basadas en simulaciones térmicas. Estas intervenciones podrían integrarse en la institución para abordar los desafíos actuales y garantizar un ambiente más confortable.

Finalmente, los resultados de la investigación y su comparación con el estado del arte reflejan la necesidad de intervenir en varios aspectos de la infraestructura y diseño de la Institución Educativa Félix Montenegro Zulueta. La orientación, los materiales constructivos y la falta de estrategias de acondicionamiento y refrigeración destacan como áreas críticas para mejorar. Autores como Salas et al.⁽¹⁾, Rocha et al.⁽⁴⁾, Zhang et al.⁽⁸⁾, López et al.⁽⁵⁾, Miao et al.⁽³⁾, y Mechado de Azevedo Correia et al.⁽¹⁰⁾ brindan enfoques y metodologías que pueden ser adaptadas para enfrentar estos desafíos.

CONCLUSIONES

El análisis de la orientación y accesibilidad en la Institución Educativa Primaria 1010000 Félix Montenegro Zulueta revela problemas significativos que afectan el confort térmico y acústico, impactando negativamente el aprendizaje de los estudiantes. Los salones de 4to y 5to grado, orientados hacia el oeste, están expuestos a la radiación solar directa durante horas críticas, lo que provoca un aumento de temperatura y malestar, a pesar de contar con buena iluminación visual. En el colegio rural de Llama, aunque la temperatura promedio es aceptable (24,7°C), la humedad y la falta de aislamiento acústico generan un entorno desfavorable. Las manchas de salitre en las paredes indican problemas de humedad acumulada, y el ruido ambiental dificulta la concentración. Aunque algunos docentes perciben los salones como cómodos, es evidente que se requieren intervenciones para mejorar estas condiciones. Además, la materialidad de adobe utilizada en la construcción presenta ventajas térmicas, pero también acumula calor excesivo en espacios cerrados y limita la ventilación cruzada debido a su distribución lineal. Las cubiertas metálicas intensifican este problema al retener calor y estar deterioradas, lo que agrava las condiciones internas. La falta de estrategias efectivas para mitigar la ganancia de calor solar y mejorar la calidad del aire interior es crítica; por lo tanto, se sugiere implementar estrategias de protección solar y ventilación natural, como ventilación cruzada y cenital. Estas medidas son esenciales para optimizar el confort térmico y acústico en un entorno educativo que enfrenta condiciones extremas y una infraestructura deteriorada. En resumen, el estudio evidencia la necesidad urgente de mejorar el entorno escolar mediante estrategias de diseño y construcción que aseguren un espacio educativo saludable, sostenible y propicio para el desarrollo académico. La implementación de estas intervenciones no solo beneficiará el bienestar físico de estudiantes y docentes, sino que también facilitará un proceso de aprendizaje más efectivo, destacando la importancia de un enfoque integral en la planificación educativa que contemple tanto los aspectos constructivos como ambientales.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Jeniffer H. Aitken Gutierrez, Carlos Ernesto Gamonal Torres, Carlos A. Ordoñez Mejia, Sandra X. Fernández Gastelo.

Curación de datos: Jeniffer H. Aitken Gutierrez, Carlos Ernesto Gamonal Torres, Carlos A. Ordoñez Mejia, Sandra X. Fernández Gastelo.

Análisis formal: Jeniffer H. Aitken Gutierrez, Carlos Ernesto Gamonal Torres, Carlos A. Ordoñez Mejia, Sandra X. Fernández Gastelo.

Redacción – borrador original: Jeniffer H. Aitken Gutierrez, Carlos Ernesto Gamonal Torres, Carlos A. Ordoñez Mejia, Sandra X. Fernández Gastelo.

Redacción – revisión y edición: Jeniffer H. Aitken Gutierrez, Carlos Ernesto Gamonal Torres, Carlos A. Ordoñez Mejia, Sandra X. Fernández Gastelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Salas-rondón R-S, Rodríguez-Sánchez A, García-Muñoz J. Estudio de los índices de confort térmico de una escuela en la zona climática de los andes venezolanos. *Dyna (Spain)*. 2019;94(4):363-7. DOI: 10.6036/9024.
2. Jia L, Han J, Chen X, Li Q, Lee C, Fung Y. Interacción entre confort térmico, calidad del aire interior y consumo energético de ventilación de edificios educativos: una revisión integral. *Buildings*. 2021;11:591. DOI: 10.3390/buildings11120591.
3. Miao S, Gangoellis M, Tejedor B. Modelo basado en datos para predecir la calidad del aire interior y los niveles de confort térmico en edificios educativos con ventilación natural utilizando datos de fácil acceso para las escuelas. *Journal Of Building Engineering*. 2023;80:108001. DOI: 10.1016/j.job.2023.108001.
4. Rocha AACND, Nachez JL. School Space and sustainability in the tropics: The case of thermal comfort in brazil. *Sustainability (Switzerland)*. 2023;15(18). DOI: 10.3390/su151813596.
5. López Carreño RD, Tugores Garcias J, Pardo Bosch F. Sistemas y estrategias de ventilación en edificios educativos:

identificación y caracterización. Proceedings from the international congress on project management and engineering. 2023;1603-15.

6. Karakas F, Grassie D, Schwartz Y, Gong J, Bagkeris E, Mumovic D, et al. A multi-criteria decision analysis framework to determine the optimal combination of energy efficiency and indoor air quality schemes for english school classrooms. *Energy and buildings*. 2023;295. DOI: 10.1016/j.enbuild.2023.113293.

7. Zhongjun Z, Zhang Y, Jim L. Confort térmico en espacios interiores y semiabierto de casas rurales en zonas calurosas húmedas. *Building and Environment*. 2018;128:336-47. DOI: 10.1016/j.buildenv.2017.10.028.

8. Aparicio-Ruiz P, Onieva L, Escudero-santana A, Muñuzuri J. Confort adaptativo aplicado a edificios escolares y aplicabilidad en el sur de España. *Dirección y Organización*. 2019;67:30-6. DOI: 10.37610/dyo.v0i67.541.

9. de Azevedo Correia CM, Amorim CN, Santamouris M. Uso de técnicas de enfriamiento pasivo y materiales súper fríos para minimizar la energía de enfriamiento mejorar el confort térmico en las escuelas brasileñas. *Energy & Buildings*. 2024;312:114125. DOI: 10.1016/j.enbuild.2024.114125.

10. Hamui-Sutton A. Un acercamiento a los métodos mixtos de investigación en educación médica. *Investigación Educ Médica*. 2013;2(8):211-6. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000400006&lng=es&nrm=iso.

11. Serway RA, Jewett JW. *Physics for scientists and engineers with modern physics*. 10th ed. Brooks/Cole Publishing Company; 2019.

12. Gallardo Echenique EE. *Metodología de la Investigación: manual auto formativo interactivo*. Huancayo: Universidad Continental; 2017.

13. Aldaz saavedra TM. *Estudio de las condiciones de habitabilidad de un estudiante: residencia universitaria, en la ciudad de Lambayeque*. 2018.

14. Borgato JB. *Asoleamiento en la arquitectura*. Editorial UNR; 2014.

15. Givoni B. *Climate Considerations in Building and Urban Design*. John Wiley & Sons; 1998.

16. Gómez AG, Bojórquez MG, Ruiz TR. *El confort térmico: dos enfoques teóricos enfrentados*. Palapa. 2007;2:45-57.

17. World Health Organization. Dampness and mould: Health effects and prevention. 2015. <https://www.who.int/publications/i/item/9789289041683>.

18. Korsavi SS, Alba FV. Operaciones en ventanas y puertas exteriores en escuelas primarias del Reino Unido y sus efectos en la calidad ambiental interior. *Building and Environment*. 2021;194:108416. DOI: 10.1016/j.buildenv.2021.108416.