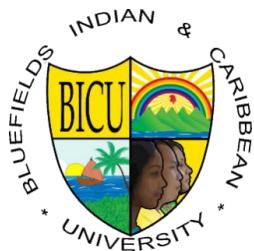


# BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY BICU



## ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

### INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL ENFOQUE CUANTITATIVO

**Evaluación de la accesibilidad y condiciones ambientales en los espacios áulicos de BICU en relación al impacto en el desempeño académico de estudiantes y docentes**

#### Autores:

MSc. Roberto Castro Hernández <sup>1</sup>

Licda. Onosma Celine Allen Siezars <sup>2</sup>

Ing. Yanira Polanco <sup>2</sup>

MSc. Julio César Araúz Urbina <sup>2</sup>

Prof. Juan Asdrúbal Flores Pacheco <sup>2</sup>

Br. Mirla Yahoska Martínez Moraga <sup>3</sup>

Br. Julio Andrés Granados Obando <sup>3</sup>

Br. Jeremy Joel Sánchez Jirón <sup>3</sup>

Br. Harietka Janneth Labonte Padilla <sup>3</sup>

Br. Deyvis Jesus García Zamora <sup>3</sup>

Bluefields, RACCS, Nicaragua  
Mayo, 2025

***“La Educación es la Mejor Opción para el Desarrollo de los Pueblos”***

---

<sup>1</sup> Líder de la investigación

<sup>2</sup> Miembro del equipo

<sup>3</sup> Tesista o colaborador

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>I. INFORMACIÓN GENERAL .....</b>	<b>5</b>
1.1. Recepción y resolución .....	5
1.2. Eje, lineamiento y acción de la Estrategia Nacional de Educación .....	5
1.3. Datos generales del investigador principal.....	5
1.4. Identificación del Proyecto de Investigación .....	7
<b>II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>8</b>
2.1. Antecedentes y contexto del Problema.....	8
2.2. Pregunta / supuestos de Investigación.....	10
2.3. Objetivos.....	11
a. General.....	11
b. Específicos.....	11
2.4. Justificación.....	12
2.5. Limitaciones y riesgos.....	13
2.6. Hipótesis.....	15
<b>III. ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>16</b>
3.1. Conceptos introductorios .....	16
3.2. Análisis de estudios .....	18
3.3. Reflexiones finales.....	18
<b>IV. DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>20</b>
4.1. Área de localización del estudio.....	20
Fuente: Google Earth Pro .....	21
4.2. Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o periodo .....	21
4.3. Población y muestra.....	22
4.3.1. Tipo de muestra y muestreo .....	22
4.3.2. Técnica e instrumento de la investigación.....	22
4.4. Diseño Experimental.....	23
4.4.2. Técnica de Recolección de Datos.....	24
El uso de herramientas como SPSS y Microsoft® Excel permitirá un análisis riguroso y objetivo de los datos, alineado con los principios del positivismo, asegurando así la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos en la investigación. .....	25
4.5. Operacionalización de las variables .....	26
4.6. Criterios de calidad: credibilidad, confiabilidad .....	28
4.7. Criterios éticos para el tratamiento de los datos.....	29

Al adherirse a estos criterios éticos, la investigación no solo garantizará la protección de los derechos de los participantes, sino que también mantendrá la integridad y credibilidad de los resultados obtenidos, contribuyendo de manera ética y responsable al avance del conocimiento.....	31
<b>4.8. Análisis de datos.....</b>	<b>31</b>
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>32</b>
1.1 Iluminación natural y artificial.....	32
1.2 Niveles de ruido.....	35
1.3 Condiciones de ventilación en las aulas .....	39
1.4 Propuesta de Ajuste para el Diseño Arquitectónico de los Espacios Áulicos en BICU: Normativas para Condiciones Térmicas, Acústicas e Iluminación.....	45
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>48</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>50</b>
<b>VIII. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS .....</b>	<b>53</b>
<b>IX. REFERENCIAS .....</b>	<b>55</b>
<b>X. ANEXOS .....</b>	<b>59</b>

## **RESUMEN**

El entorno físico en los espacios educativos influye directamente en el rendimiento académico de los estudiantes y en la eficiencia pedagógica de los docentes. Esta investigación evaluó las condiciones ambientales en los espacios áulicos de BICU, sede Bluefields, con el objetivo de determinar su impacto en la enseñanza y el aprendizaje. Se analizaron los niveles de iluminación, ruido y ventilación mediante mediciones directas y encuestas aplicadas a docentes y estudiantes. La metodología empleada combinó un enfoque cuantitativo y descriptivo, utilizando instrumentos de medición como luxómetros, sonómetros y termo-higrómetros para recopilar datos sobre iluminación, ruido y calidad del aire en las aulas. Se realizaron comparaciones con normativas nacionales e internacionales, como la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Accesibilidad (NTON 12 006 – 04) y las recomendaciones de la OMS sobre ambientes educativos óptimos. Los resultados evidenciaron que los niveles de iluminación en algunas aulas eran insuficientes o excesivos, afectando la visibilidad y la comodidad visual. Los niveles de ruido superaron el límite de 35 dB recomendado, generando dificultades en la comunicación y la concentración. La ventilación deficiente favoreció la acumulación de CO<sub>2</sub>, provocando fatiga y disminución del rendimiento cognitivo. Se concluyó que las condiciones ambientales inadecuadas afectan negativamente la enseñanza y el aprendizaje, destacando la necesidad de implementar estrategias para optimizar la iluminación, reducir la contaminación acústica y mejorar la circulación del aire en los espacios áulicos de BICU.

**Palabras claves:** Iluminación, ruido, ventilación, desempeño académico, confort ambiental.

## ABSTRACT

The physical environment in educational spaces directly influences students' academic performance and teachers' pedagogical efficiency. This research evaluated the environmental conditions in BICU classrooms in Bluefields, aiming to determine their impact on teaching and learning. The study analyzed lighting, noise, and ventilation levels through direct measurements and surveys conducted with teachers and students. The methodology combined a quantitative and descriptive approach, using measurement instruments such as lux meters, sound level meters, and thermo-hygrometers to collect data on lighting, noise, and air quality. The results were compared with national and international standards, including the Nicaraguan Technical Mandatory Standard for Accessibility (NTON 12 006 – 04) and WHO recommendations for optimal educational environments. The findings revealed that lighting levels in some classrooms were either insufficient or excessive, affecting visibility and visual comfort. Noise levels exceeded the recommended 35 dB limit, creating difficulties in communication and concentration. Poor ventilation led to CO<sub>2</sub> accumulation, causing fatigue and decreased cognitive performance. It was concluded that inadequate environmental conditions negatively affect teaching and learning, emphasizing the need to implement strategies to optimize lighting, reduce noise pollution, and improve air circulation in BICU classrooms.

**Keywords:** lighting, noise, ventilation, academic performance, environmental comfort.



## **I. INFORMACIÓN GENERAL**

### **1.1. Recepción y resolución**

<b>Uso interno de la Dirección de Investigación y Postgrado</b>			
Fecha de recepción	Resolución	Fecha de resolución	Inicio del proyecto
21/08/2024	14/10/2024	14/10/2024	Noviembre 2024

### **1.2. Eje, lineamiento y acción de la Estrategia Nacional de Educación**

Eje	9 – educación especial incluyente 16 – infraestructura y equipamiento
Lineamiento	Fortalecer la atención a personas con discapacidad
Acción	Programa de formación en atención a personas con discapacidad, dirigido a personal académico y administrativo de las instituciones educativas.

### **1.3. Datos generales del investigador principal**

<b>Datos Generales del Investigador Principal</b>	
<b>Nombres y Apellidos:</b>	Roberto Castro Hernández
<b>Área del conocimiento:</b>	Ingeniería, Industria y Construcción
<b>Número de Teléfono:</b>	-----
<b>Número de Celular:</b>	+505 8235 8528
<b>Correo electrónico institucional:</b>	<a href="mailto:roberto.castro@bicu.edu.ni">roberto.castro@bicu.edu.ni</a>
<b>ORCID (obligatorio)</b>	<a href="https://orcid.org/0009-0005-4797-6830">https://orcid.org/0009-0005-4797-6830</a>
<b>Formación Académica:</b>	Máster en formulación y evaluación de proyectos con énfasis en evaluación de riesgos, Universidad de San Carlos, Guatemala



---

## DISEÑO DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL

---

#### **1.4. Identificación del Proyecto de Investigación**

---

**Título del Proyecto de Investigación:**

Evaluación de la accesibilidad y condiciones ambientales en los espacios áulicos de BICU en relación al impacto en el desempeño académico de estudiantes y docentes

---

<b>Fecha de Inicio:</b>	<b>Fecha de Finalización:</b>	<b>Duración (en meses):</b>
Noviembre 2024	Julio 2005	Nueve

---

<b>Área del conocimiento de BICU</b>	Ciencia y Tecnología Ingeniería, Industria y Construcción Ciencias Económicas y Sociales Ciencias de la Salud y Servicios Sociales Educación, Arte y Humanidades	X
<b>Áreas del Conocimiento adoptadas por el Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación (CNEA)</b>	Educación Administración de empresas y Derecho Ciencias Naturales Matemática y estadística Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC) Arte y Humanidades Agricultura, silvicultura, pesca y Veterinaria Salud y bienestar Ingeniería, Industria y Construcción Ciencias Sociales, Periodismo e Información Servicios	
<b>Línea (s) de Investigación: (Indique al menos una 1)</b>		X
<b>Estructuras y construcción</b>		

## **II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1. Antecedentes y contexto del Problema**

La Ley 618, conocida como la Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo de Nicaragua, establece un marco legal que busca proteger la salud, la seguridad y el bienestar de los trabajadores en el país. Su objetivo es promover condiciones laborales seguras y saludables, fundamentándose en principios de prevención y participación de los trabajadores, así como en la responsabilidad compartida entre empleadores y empleados. La ley impone a los empleadores la obligación de garantizar un ambiente de trabajo seguro, lo que incluye proporcionar capacitación adecuada y equipos de protección personal, así como cumplir con las normativas de higiene y seguridad.

En el año 2016, se llevó a cabo un estudio titulado *Diez preguntas sobre los efectos de la temperatura y la calidad del aire interior en el rendimiento laboral y escolar* por Wargocki y Wyon. Este artículo investigó cómo las condiciones térmicas y la calidad del aire en interiores influyen en el rendimiento de los ocupantes de edificios, encontrando que desviarse del rango óptimo afecta negativamente el desempeño cognitivo, tanto en ambientes laborales como educativos. Los hallazgos subrayan la importancia de mantener condiciones controladas para evitar pérdidas significativas de productividad y rendimiento (Wargocki & Wyon, 2016).

Rabelo et al., analizaron el impacto de las condiciones ruidosas del aula en la voz de 27 docentes. Se observó que un aumento del ruido de fondo de 32 dB provoca un aumento de la frecuencia fundamental de la voz de los docentes del 12% ( $P < 0.001$ ), un aumento de la intensidad vocal del 8% ( $P \leq 0.001$ ), un aumento del porcentaje de fonación del 16% ( $P < 0.001$ ) y un aumento del número de ciclos de vibración del 31% ( $P < 0.001$ ). Estos resultados indican que un aumento del ruido de fondo aumenta los riesgos de salud vocal de los docentes (Vasconcelos Rabelo, Santos, Oliveira Souza, Cortes Gama, & de Castro Magalhães, 2016).

En el año 2017, se realizó una investigación titulada *Análisis de los cambios de temperatura del aire sobre la presión arterial, la frecuencia cardíaca y el rendimiento de estudiantes universitarios*, con el objetivo de analizar cómo las variaciones de la temperatura en las aulas influyen en la presión arterial, la frecuencia cardíaca y el rendimiento cognitivo de los estudiantes. Los resultados mostraron que a altas temperaturas la frecuencia cardíaca aumenta y el rendimiento cognitivo disminuye, mientras que las condiciones óptimas para un mejor desempeño se alcanzan a una temperatura de aproximadamente 23.3 °C (Siqueira, da Silva, Coutinho, & Rodrigres, 2017)

En el año 2017, se realizó una investigación titulada *El efecto de la temperatura interior y los niveles de CO<sub>2</sub> en el rendimiento cognitivo de mujeres adultas en un edificio universitario de Arabia Saudita*, cuyo objetivo fue analizar cómo las condiciones ambientales internas, como la temperatura y los niveles de CO<sub>2</sub>, impactan el rendimiento cognitivo de mujeres adultas. El estudio reveló que temperaturas y niveles bajos de CO<sub>2</sub> en las aulas mejoraron significativamente la memoria y la atención de las estudiantes en pruebas cognitiva (Ahmed, Mumovic, & Ucci, 2017).

En el año 2023 una investigación reciente examina cómo las condiciones ambientales internas de los salones de clases (calidad del aire, temperatura, iluminación, acústica) impactan el rendimiento académico en la educación superior. El estudio destaca que la mala calidad de estos factores puede afectar negativamente tanto la enseñanza como el aprendizaje. Los resultados sugieren que, cuando las condiciones térmicas o acústicas no son adecuadas, los profesores tienden a acortar las clases o los estudiantes experimentan dificultades de concentración, lo que afecta su rendimiento. Este estudio también subraya la importancia de mantener condiciones óptimas en los espacios educativos para mejorar la calidad de aprendizaje y la experiencia académica (Brink, Lechner, Loomans, Mobach, & Kort, 2023).

## 2.2. Pregunta / supuestos de Investigación

- 1. Supuesto de Accesibilidad Universal:** Se asume que la accesibilidad a los espacios áulicos en BICU no cumple completamente con las normativas nacionales vigentes. Esto incluye supuestos sobre posibles barreras físicas y estructurales que podrían limitar el acceso de estudiantes y docentes con discapacidades o necesidades especiales.
- 2. Supuesto de Condiciones Ambientales Deficientes:** Se supone que las condiciones ambientales dentro de las aulas, tales como la iluminación, ventilación, temperatura y niveles de ruido, no están adecuadamente reguladas ni optimizadas para facilitar un entorno de aprendizaje eficaz. Este supuesto se basa en la premisa de que estos factores ambientales afectan negativamente el confort y el desempeño académico.
- 3. Supuesto de Impacto Directo en el Desempeño Académico:** Se conjetura que las deficiencias en la accesibilidad y las condiciones ambientales tienen un impacto directo y significativo en el desempeño académico de los estudiantes. Este supuesto se basa en la idea de que un entorno físico y ambiental inadecuado puede influir en la capacidad de aprendizaje y concentración de los estudiantes.
- 4. Supuesto de Respuesta Positiva a Mejoras:** Se supone que la implementación de mejoras en la accesibilidad y las condiciones ambientales conducirá a una mejora en el desempeño académico y en la satisfacción de los estudiantes y docentes. Este supuesto se apoya en la premisa de que un entorno más adecuado y cómodo fomentará un mejor rendimiento académico y una experiencia educativa más positiva.
- 5. Supuesto de Datos Representativos:** Se asume que los datos recopilados durante la investigación serán representativos de la situación general en los espacios áulicos de BICU. Esto implica que las muestras y mediciones realizadas reflejarán de manera precisa las condiciones actuales y permitirán una evaluación adecuada de las necesidades y deficiencias.



### **2.3. Objetivos**

#### **a. General**

Analizar las condiciones de accesibilidad en la infraestructura y ambientales de los espacios áulicos de BICU - Bluefields y su relación con el desempeño académico de estudiantes y dicentes.

#### **b. Específicos**

1. Identificar las características físicas de las vías de acceso al campus universitario en BICU en base a la normativa nicaragüense de accesibilidad.
2. Caracterizar las condiciones ambientales (iluminación, ventilación, temperatura, ruido y dimensiones) de los espacios áulicos de BICU - Bluefields.
3. Evaluará en base a las leyes y normativa de la materia los tipos y fuentes de riesgos laborales en el campus de BICU – Bluefields.
4. Diseñar propuesta para la optimización de los espacios áulicos de BICU – Bluefields en función de la mejora de la calidad de educación superior.

### 2.4. Justificación

La investigación se realiza para abordar la falta de evaluación y mejora en las condiciones de accesibilidad y ambientales de los espacios áulicos en la Universidad BICU - Bluefields. A pesar del creciente número de estudiantes y docentes en la universidad, no se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo de los espacios educativos en términos de accesibilidad y confort. La ausencia de una evaluación adecuada de estos factores puede afectar negativamente el desempeño académico y la calidad del entorno de enseñanza, comprometiendo el desarrollo integral de estudiantes y la eficacia en la labor docente.

El objetivo de la investigación es generar un diagnóstico preciso de las condiciones actuales de los espacios áulicos de BICU en relación con la normativa de accesibilidad y las condiciones ambientales. Este diagnóstico permitirá identificar deficiencias y áreas de mejora, proporcionando una base sólida para que la administración de la universidad implemente las modificaciones necesarias. Las mejoras resultantes no solo cumplirán con las leyes y regulaciones pertinentes, sino que también crearán un entorno más favorable para el aprendizaje y la enseñanza, elevando el desempeño académico y la satisfacción general de estudiantes y docentes.

Los beneficiarios directos de esta investigación son los estudiantes y docentes de BICU, quienes experimentarán un entorno de aprendizaje y enseñanza más adecuado y cómodo. La administración de BICU también se beneficiará al obtener información crucial para la toma de decisiones informadas sobre la infraestructura y el diseño de los espacios áulicos. A nivel indirecto, las futuras generaciones de estudiantes y docentes, así como otras instituciones educativas y entidades reguladoras, se beneficiarán de las mejoras implementadas y de los posibles modelos y estándares que esta investigación pueda promover en la región.

La investigación sobre las condiciones de accesibilidad y ambientales en los espacios áulicos de BICU - Bluefields se alinea con el **Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 4** de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas: **"Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos."**

**Indicadores relacionados:**

1. **Indicador 4.a.1:** Proporción de escuelas con acceso a electricidad, Internet, ordenadores, material didáctico, agua potable, instalaciones sanitarias básicas e instalaciones adecuadas para discapacitados, por nivel de enseñanza.
  - Esta investigación contribuye directamente a este indicador al evaluar y proponer mejoras en la accesibilidad y condiciones ambientales de los espacios áulicos, lo cual es esencial para asegurar que las instalaciones sean adecuadas para todos los estudiantes, incluidos aquellos con discapacidades.
2. **Indicador 4.7.1:** Medida en que (i) la educación para el desarrollo sostenible (EDS), incluyendo la educación sobre el cambio climático, (ii) la educación para la ciudadanía mundial (ECM), (iii) la educación sobre la salud, incluyendo la salud sexual y reproductiva, (iv) la igualdad de género y (v) los derechos humanos están integrados en (a) las políticas nacionales de educación, (b) los planes de estudios, (c) la formación de docentes y (d) la evaluación de los estudiantes.
  - Al mejorar las condiciones de enseñanza y aprendizaje, esta investigación también apoya la implementación de una educación más inclusiva y equitativa, abordando aspectos como la accesibilidad, que son fundamentales para garantizar el derecho a la educación para todos.

Esta investigación no solo tiene el potencial de mejorar las instalaciones educativas en BICU, sino que también contribuye al cumplimiento de los compromisos internacionales de Nicaragua en relación con la Agenda 2030, específicamente en lo que respecta a garantizar entornos de aprendizaje seguros, inclusivos y efectivos para todos los estudiantes.

### 2.5. Limitaciones y riesgos

Limitantes	Riesgos
Carencia de equipos especializados para la medición de las distintas variables consideradas en el estudio.	Incorrecta toma de datos en los espacios aulicos muestreados.
Poca información local y nacional sobre la temática en estudio.	Dificultad para la validación local de expertos en cuanto a la metodología e instrumentos empleados.
Negativa de miembros de la comunidad universitaria a atender los instrumentos de recolección de datos.	Vacíos en la información por carencia de respuesta o por falsos positivos.

## **2.6. Hipótesis**

El resultado del análisis de las condiciones ambientales de las aulas en BICU de la ciudad de Bluefields indica que tienen impacto negativo en el desempeño académico de los estudiantes y en la eficiencia pedagógica de los docentes, disminuyendo la concentración, la comodidad y la capacidad de aprendizaje durante las actividades académicas.

### **III. ESTADO DEL ARTE**

#### **3.1. Conceptos introductorios**

##### **3.1.1. Ventilación**

###### **a. Naturales**

La ventilación natural es aquella que genera la renovación del aire únicamente a través de la acción del viento. Se basa en generar las condiciones propicias para favorecer un flujo de aire que renueve el aire interno, enfriándolo, oxigenándolo y purificándolo, por el aire externo. Se pueden usar algunas reglas simples de para marcar el correcto diseño de los espacios. Los factores clave que determinan la estrategia de ventilación natural son el tamaño del espacio -profundidad, ancho y alto- y el número y situación de las aberturas (del Toro, 2021).

- ***Ventilación natural simple***

Se consigue mediante una única apertura por la que entra y sale el aire. Su funcionamiento es eficiente si la orientación del hueco coincide con la dirección del viento, y si éste está en contacto con una zona protegida de la insolación. (Cabrera, 2022)

- ***Ventilación natural cruzada***

Se produce a través de huecos de fachadas enfrentadas, sin obstáculos entre ambos. Consigue mayor cantidad de renovaciones/hora que la ventilación simple. Si no se controla puede ser molesta. (Cabrera, 2022)

- ***Ventilación natural nocturna***

Aprovecha el descenso de la temperatura durante la noche para evacuar el calor acumulado durante el día. Es el complemento adecuado, en zonas de climas con grandes diferencias de temperatura entre el día y la noche, al aprovechamiento de la inercia térmica de la envolvente térmica del edificio. (Cabrera, 2022)

### **b. Artificial (Mecánica)**

La renovación del aire se realiza de manera mecánica, es decir, mediante la acción de ventiladores que admiten el aire del exterior a través de rejillas. Estos ventiladores funcionan, por lo general, a través de electricidad (Cabrera, 2022).

#### **- *Ventilación mecánica en admisión***

La entrada de aire (admisión) se produce mecánicamente mediante el uso de un ventilador y la distribución del aire se realiza generalmente por conductos. La evacuación del aire se hace por ventilación natural a través de las infiltraciones o rejillas (Cabrera, 2022)

#### **- *Ventilación mecánica controlada***

La extracción del aire se realiza mediante un ventilador que a través de una red de conductos extrae el aire de las zonas húmedas (baños y cocina) y lo expulsa al exterior. El aire de admisión entra de forma natural al edificio por las zonas secas (habitaciones y salón) mediante rejillas. El ventilador renueva el aire y por tanto garantiza la calidad del aire del interior. Esto hace posible gestionar eficientemente el consumo energético a la hora de renovar el aire interior de un espacio. (Cabrera, 2022)

### **3.1.2. Temperatura y Sensación térmica**

#### **a. Temperatura:**

La temperatura es la magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente, la cual es medida con termómetros (Godoy, 2023).

#### **b. Sensación térmica:**

La sensación térmica es lo que percibe subjetivamente, el cuerpo, la reacción que tiene ante los cambios del tiempo. Esta se expresa en grados centígrados, al igual que la temperatura (Godoy, 2023).

### **3.1.3. Iluminación**

Primero debemos entender que la luz solar o luz natural es aquella que proviene directamente de la radiación que proporciona el sol o incluso el reflejo del sol sobre la luna; y por otro lado la luz

artificial es aquella generada por una fuente humana como puede ser una lámpara, un foco o cualquier tipo de luminaria.

### **3.1.4. Ruido / contaminación acústica**

La contaminación acústica es la presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea la fuente o emisor acústico que los origine, que implique molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, o que cause efectos significativos sobre el medio ambiente. El ruido es un caso particular de sonido, en este caso no deseado, molesto o dañino (Ayuntamiento de Zaragoza, 2023)

### **3.1.5. Dimensiones para espacios áulicos**

#### **3.2. Análisis de estudios**

**Autores + fecha + temática de estudio + objetivo + metodología. Resultados principales + hallazgo principal**

En el estudio de Gutiérrez Matus et al., (2020) en el analizaron el efecto de la contaminación acústica en centros escolares de la ciudad de la ciudad de Bluefields sobre las condiciones de enseñanza, para ello se midieron los niveles de ruido ambiental de fondo dentro y fuera de los colegios. Se utilizó un sonómetro tipo 2 para medir los niveles de ruido con los que se estimó el tiempo de reverberación (eco), la intangibilidad de las palabras y el malestar acústico. Las mediciones se realizaron durante una semana en ambos centros en un horario de 7:00 am a 12:00 md.

Los resultados mostraron que los niveles de ruido interior y exterior en ambos centros superan los niveles permisibles según la legislación nacional e internacional. Esta investigación revela la necesidad de realizar diagnósticos que permitan la caracterización de las condiciones ambientales en centros de enseñanza no solo de educación inicial, primaria o secundaria, sino también trasladarse a las universidades.

#### **3.3. Reflexiones finales**

Tras la revisión documental y la referenciación de las bibliografías de la documentación descrita en los primeros dos acápitres de esta sección, los investigadores han logrado identificar aportes de gran valor tanto técnico, metodológico y práctico para el desarrollo de la investigación sobre las



---

## DISEÑO DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL

---

condiciones ambientales de los espacios áulicos de BICU relacionados con el rendimiento académico de la comunidad universitaria. Con estas bases se ha constatado la viabilidad de la propuesta para su ejecución local, ya que los métodos e instrumentos empleados en los estudios referidos son accesibles y manejables por el equipo que lidera este proyecto investigativo.

Adicionalmente se ha logrado identificar la necesidad de considerar las variaciones ambientales en las construcciones de edificaciones con fines educativos para lograr ambientes resilientes ante el cambio climático. Esto brindará conocimientos esenciales para los ingenieros y arquitectos al momento de realizar diseños dirigidos a lograr comodidad física que a su vez abonará al desarrollo de la educación saludable.

## IV. DISEÑO METODOLÓGICO

### 4.1. Área de localización del estudio

El área de estudio de esta investigación se encuentra localizada en la Universidad Bluefields Indian & Caribbean University (BICU) sede central en Bluefields ubicado dentro de las coordenadas Latitud 12° 0'22.25" Norte; Longitud 83°46'15.77" Oeste.

Bluefields es un municipio y cabecera de la región autónoma de la costa Caribe sur de Nicaragua RACCS. El que colinda geográficamente al Norte con Kukra Hill, al Sur con los municipios de San Juan del Norte y el Castillo, al Este con el Mar caribe y al Oeste con los municipios de Nueva Guinea y el Rama, este cuenta con una extensión territorial de 4,774.75 Km<sup>2</sup> y se encuentra ubicado entre las coordenadas 12° 0' 47" de latitud Norte y 83° 45' 55" de longitud Oeste.

BICU cuenta con una extensión territorial de 18,720 m<sup>2</sup> (Dieciocho mil setecientos veinte metros cuadrados), actualmente dispone de cinco áreas del conocimiento, en las cuales se ofrecen 26 carreras universitarias (Plazaola-Morice et al., 2022). Sus instalaciones comprenden aulas de clase, laboratorios de química y microbiología, áreas administrativas, auditorios, un Call Center y una biblioteca. Actualmente, el equipo humano de la universidad está conformado por 22 personas en áreas administrativas, 50 en funciones académicas, y 235 docentes que imparten clases en diversas modalidades: regular, vespertina, diurna, nocturna, sabatina, dominical y por encuentro. En total, la universidad alberga aproximadamente a 1,700 estudiantes que conforman parte del alma mater de la universidad.



**Figura 1.** Macrolocalización y Microlocalización

**Fuente:** Google Earth Pro

#### **4.2. Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o periodo**

##### **Tipo de Investigación:**

La investigación es de tipo descriptiva y correlacional. Es descriptiva porque se centra en identificar y detallar las características de accesibilidad y condiciones ambientales en los espacios áulicos de BICU - Bluefields. Es correlacional porque busca explorar las relaciones entre estas características y el desempeño académico de estudiantes y docentes, sin manipular variables, pero estableciendo asociaciones significativas entre ellas.

##### **Enfoque de la Investigación:**

El enfoque de la investigación es cuantitativo. Este enfoque se selecciona debido a la necesidad de medir y analizar de manera objetiva variables como la iluminación, ventilación, temperatura, ruido y accesibilidad, y su impacto en el desempeño académico. A través de la recolección de datos numéricos y su posterior análisis estadístico, se busca establecer relaciones causales y generar conclusiones basadas en evidencia empírica.

##### **Corte de la Investigación:**

La investigación utilizará un corte transversal. Esto significa que los datos se recolectarán en un solo punto en el tiempo, lo que permite examinar las relaciones entre las variables de accesibilidad, condiciones ambientales y desempeño académico tal como existen en un momento específico. El enfoque transversal es adecuado para esta investigación porque permite obtener una instantánea

de la situación actual en BICU - Bluefields y evaluar las condiciones y su impacto sin necesidad de un seguimiento a largo plazo.

Esta propuesta asegura que la investigación sea capaz de proporcionar resultados claros y útiles dentro de un marco temporal manejable, permitiendo a BICU realizar mejoras inmediatas en sus espacios áulicos basadas en los hallazgos obtenidos.

### **4.3. Población y muestra**

La población de esta investigación está conformada por 1985 personas en la sede de BICU en Bluefields, que incluyen a 1700 estudiantes y 285 docentes. Los docentes se dividen en 235 con horarios asignados y 50 con funciones académicas administrativas dentro de la universidad. La población estudiantil representa a diversas áreas académicas, que abarcan desde programas técnicos hasta grados superiores, lo cual permite analizar la variabilidad en el impacto de las condiciones ambientales sobre distintos niveles de formación y áreas del conocimiento.

#### **4.3.1. Tipo de muestra y muestreo**

Es un muestreo aleatorio por estrato porque se tomará una selección representativa de aulas y participantes de BICU, considerando las distintas asignaturas y horarios para obtener una visión integral de los ambientes áulicos.

**Tabla 1.** Cálculo de la muestra en base a la población

<b>Estrato</b>	<b>Población</b>	<b>Muestra</b>
Docente	285	165
Estudiante	1700	315

#### **4.3.2. Técnica e instrumento de la investigación.**

##### **1. Características físicas de las vías de acceso**

- **Técnica:** Observación directa
- **Instrumento:** Lista de verificación basada en la normativa nicaragüense de accesibilidad

##### **2. Condiciones de iluminación**

- **Técnica:** Medición in situ

- **Instrumento:** Luxómetro

### 3. Condiciones de ventilación

- **Técnica:** Medición in situ
- **Instrumento:** Anemómetro

### 4. Temperatura ambiental

- **Técnica:** Medición in situ
- **Instrumento:** Termómetro digital

### 5. Ruido ambiental

- **Técnica:** Medición in situ
- **Instrumento:** Sonómetro

### 6. Dimensiones del aula

- **Técnica:** Medición directa
- **Instrumento:** Cinta métrica

### 7. Riesgos laborales en el campus

- **Técnica:** Inspección de seguridad
- **Instrumento:** Lista de verificación y evaluación de riesgos basada en normativas de seguridad laboral

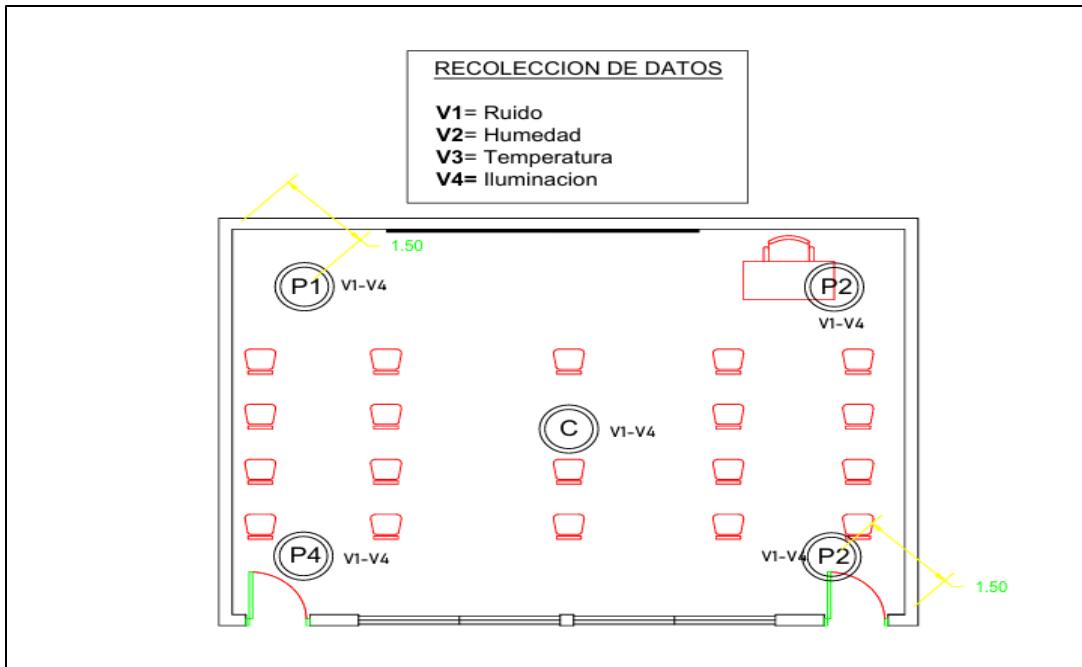
### 8. Propuesta de optimización de espacios

- **Técnica:** Análisis documental y evaluación comparativa
- **Instrumento:** Revisión de normativas, análisis de datos recolectados, y diseño de propuestas de mejora

Estas técnicas e instrumentos son apropiados para la recolección de datos necesarios para evaluar cada una de las variables identificadas en la investigación. Se emplearán métodos cuantitativos para medir y analizar las condiciones físicas y ambientales, mientras que se utilizarán enfoques cualitativos para la evaluación de riesgos laborales y la formulación de propuestas de mejora.

#### 4.4. Diseño Experimental

##### 4.4.1. Recolección de Datos



**Figura 2.** Diagrama de los puntos de toma de datos en los espacios áulicos

### 4.4.2. Técnica de Recolección de Datos

En el marco del paradigma cuantitativo, que se basa en la epistemología positivista, la presente investigación empleará técnicas objetivas para la medición de diversas variables relacionadas con la accesibilidad y las condiciones ambientales de los espacios áulicos en BICU - Bluefields. El procedimiento para el procesamiento y análisis de la información se llevará a cabo en las siguientes etapas:

#### 1. Recolección de Datos:

- Los datos serán recolectados utilizando instrumentos de medición específicos como luxómetros, anemómetros, termómetros digitales, sonómetros, cintas métricas y listas de verificación basadas en normativas.
- La información recopilada será registrada sistemáticamente en hojas de cálculo y bases de datos diseñadas para la organización eficiente de los datos.

#### 2. Preparación de los Datos:

- Una vez recolectados, los datos serán revisados para garantizar su consistencia y completitud. Se llevará a cabo una limpieza de los datos, eliminando cualquier valor atípico o datos erróneos que puedan afectar la calidad del análisis.

- Los datos cuantitativos serán codificados y organizados en matrices de datos utilizando Microsoft® Excel, lo que permitirá su fácil manipulación y análisis posterior.

### 3. Análisis Estadístico:

- **Análisis Descriptivo:** Se realizará un análisis descriptivo inicial para resumir y describir las características básicas de los datos. Se calcularán medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y dispersión (desviación estándar, rango) utilizando Microsoft® Excel y el software Statistical Package for Social Sciences (SPSS).
- **Análisis Inferencial:** Para identificar relaciones causales y evaluar la significancia estadística de los hallazgos, se aplicarán pruebas estadísticas como análisis de correlación y regresión, ANOVA, entre otros, utilizando SPSS. Estos análisis permitirán determinar la influencia de las variables independientes (como las condiciones ambientales y accesibilidad) sobre el desempeño académico.

### 4. Interpretación de Resultados:

- Los resultados obtenidos del análisis estadístico serán interpretados a la luz del marco teórico de la investigación. Se buscará establecer relaciones causales entre las condiciones de los espacios áulicos y el desempeño académico de los estudiantes y docentes.
- Se elaborarán gráficos, tablas y diagramas que faciliten la visualización y comprensión de los resultados, utilizando Microsoft® Excel y SPSS.

### 5. Presentación de Resultados:

- Los hallazgos serán presentados en el informe final de la investigación, destacando las implicaciones de los resultados para la mejora de la infraestructura educativa en BICU.
- Se incluirán recomendaciones basadas en los análisis realizados, orientadas a optimizar los espacios áulicos en función de los resultados obtenidos.

El uso de herramientas como SPSS y Microsoft® Excel permitirá un análisis riguroso y objetivo de los datos, alineado con los principios del positivismo, asegurando así la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos en la investigación.

#### 4.5. Operacionalización de las variables

<b>Variables</b>	<b>Tipo</b>	<b>Definición</b>	<b>Unidad</b>	<b>Frecuencia de Monitoreo</b>
Características físicas de las vías de acceso	Cuantitativa	Evaluación de la conformidad de las vías de acceso al campus con la normativa nicaragüense de accesibilidad	Presencia/ausencia, metros, grados	Monitoreo único con mediciones y fotografías
Condiciones de iluminación	Cuantitativa	Medición de la cantidad de luz disponible en los espacios áulicos en diferentes momentos del día	Lux (lx)	Mediciones tres mediciones en cada espacio áulico en los siguientes horarios: 8:00 am 10:00 am 12:00 md 3:00 pm 6: 00 pm
Condiciones de ventilación	Cuantitativa	Medición de la eficiencia del flujo de aire en los espacios áulicos	Metros por segundo (m/s)	Mediciones tres mediciones en cada espacio áulico en los siguientes horarios: 8:00 am 10:00 am 12:00 md 3:00 pm 6: 00 pm

Variables	Tipo	Definición	Unidad	Frecuencia de Monitoreo
Temperatura ambiental	Cuantitativa	Medición del grado de calor o frío en los espacios áulicos	Grados Celsius (°C)	Mediciones tres mediciones en cada espacio áulico en los siguientes horarios: 8:00 am 10:00 am 12:00 md 3:00 pm 6: 00 pm
Ruido ambiental	Cuantitativa	Evaluación del nivel de ruido presente en los espacios áulicos, tanto interno como externo	Decibelios (dB)	Mediciones tres mediciones en cada espacio áulico en los siguientes horarios: 8:00 am 10:00 am 12:00 md 3:00 pm 6: 00 pm
Dimensiones del aula	Cuantitativa	Medición del tamaño y disposición física de los espacios áulicos	Metros cuadrados (m <sup>2</sup> )	Monitoreo único con mediciones y fotografías
Riesgos laborales en el campus	Cualitativa	Evaluación de los tipos y fuentes de riesgos laborales presentes en el	Categorización de riesgo (bajo, medio, alto)	Inspección sistemática seguida de evaluación continua según los hallazgos

Variables	Tipo	Definición	Unidad	Frecuencia de Monitoreo
		campus según normativas		
Propuesta de optimización de espacios	Cualitativa	Diseño de mejoras para optimizar los espacios áulicos en función de la calidad educativa	Número de recomendaciones, grado de cumplimiento	Al finalizar la evaluación inicial y durante la implementación de mejoras

#### **4.6. Criterios de calidad: credibilidad, confiabilidad**

##### **Credibilidad:**

La credibilidad en esta investigación se garantiza mediante la aplicación de metodologías y técnicas validadas para la recolección y análisis de datos, asegurando que los resultados reflejen fielmente la realidad que se está estudiando. Para lograr este objetivo, se implementarán los siguientes criterios:

- 1. Instrumentos Validados:** Se utilizarán instrumentos de medición estandarizados y validados, como luxómetros, anemómetros, y sonómetros, que han demostrado ser precisos y confiables en la medición de las variables ambientales y de accesibilidad en otros contextos educativos.
- 2. Recolección Sistemática de Datos:** Los datos serán recolectados de manera sistemática y en diferentes momentos para capturar la variabilidad que pudiera existir en las condiciones ambientales. Esto incluye la medición de variables como la iluminación, temperatura, ventilación y ruido en diferentes horarios y condiciones.
- 3. Triangulación de Datos:** Se empleará la triangulación metodológica, combinando diferentes técnicas de recolección de datos (observación directa, mediciones *in situ*, y análisis documental de normativas y legislación correspondiente) para asegurar que los hallazgos sean consistentes y robustos.

4. **Revisión por Expertos:** Los resultados preliminares serán revisados por expertos en accesibilidad, ergonomía y gestión de riesgos, quienes proporcionarán retroalimentación para asegurar que las interpretaciones y conclusiones sean válidas y confiables.

### **Confiabilidad:**

La confiabilidad de la investigación se refiere a la consistencia y estabilidad de los resultados obtenidos al aplicar los mismos procedimientos en contextos similares. Los siguientes criterios serán implementados para asegurar la confiabilidad:

1. **Procedimientos Estandarizados:** Todos los procedimientos de recolección y análisis de datos estarán claramente documentados y estandarizados, de modo que puedan ser replicados en estudios futuros o por otros investigadores en condiciones similares.
2. **Capacitación del Equipo de Investigación:** Los investigadores y asistentes que participen en la recolección de datos recibirán capacitación específica sobre el uso de los instrumentos y la aplicación de las técnicas de medición, para minimizar errores y variabilidad en los resultados.
3. **Pruebas Piloto:** Se realizarán pruebas piloto para calibrar los instrumentos y ajustar los procedimientos antes de la recolección de datos definitiva. Esto permitirá identificar y corregir posibles problemas metodológicos que puedan afectar la confiabilidad.
4. **Ánalisis de Consistencia Interna:** En el análisis estadístico, se aplicarán pruebas de consistencia interna (como el coeficiente de Cronbach en caso de usar escalas de medición) para evaluar la confiabilidad de los instrumentos y asegurar que los datos recolectados sean consistentes y coherentes.

Al aplicar estos criterios de credibilidad y confiabilidad, se asegura que los resultados de la investigación sean precisos, reproducibles y reflejen de manera fidedigna las condiciones de los espacios áulicos en BICU - Bluefields y su impacto en el desempeño académico de estudiantes y docentes.

### **4.7. Criterios éticos para el tratamiento de los datos**

En la presente investigación, se aplicarán rigurosos criterios éticos para garantizar el manejo responsable, seguro y respetuoso de los datos recolectados. Estos criterios son esenciales para

proteger los derechos y la privacidad de todos los participantes, así como para asegurar la integridad científica del estudio. A continuación, se detallan los principales criterios éticos que se aplicarán:

**1. Confidencialidad y Anonimato:**

- Los datos recolectados serán tratados con absoluta confidencialidad. Cualquier información personal o identificable de los participantes será codificada y anonimizada para proteger su identidad.
- Los resultados serán presentados de manera agregada, de modo que ningún participante pueda ser identificado directa o indirectamente en los informes o publicaciones derivadas de la investigación.

**2. Consentimiento Informado:**

- Antes de la recolección de datos, se obtendrá el consentimiento informado de todos los participantes. Se les informará claramente sobre los objetivos de la investigación, el tipo de datos que se recolectarán, los procedimientos que se seguirán y cómo se protegerá su privacidad.
- Los participantes tendrán el derecho de retirar su consentimiento y dejar de participar en cualquier momento, sin que esto les genere ningún perjuicio.

**3. Uso Responsable de los Datos:**

- Los datos recolectados serán utilizados exclusivamente para los fines de esta investigación. No se permitirá el uso de los datos para otros propósitos sin el consentimiento explícito de los participantes.
- Se garantizará que los datos no sean compartidos con terceros que no estén involucrados directamente en la investigación, salvo que la ley lo exija.

**4. Seguridad de los Datos:**

- Los datos serán almacenados en medios seguros y protegidos, utilizando medidas de seguridad como el cifrado de archivos, contraseñas de acceso y almacenamiento en servidores seguros. Solo los miembros autorizados del equipo de investigación tendrán acceso a los datos.

- Despues de finalizada la investigación, los datos se conservarán únicamente por el tiempo necesario para cumplir con las obligaciones legales y académicas, tras lo cual serán eliminados de manera segura.

### **5. Transparencia y Honestidad:**

- Los investigadores se comprometen a actuar con transparencia y honestidad en todo el proceso de manejo de los datos. Cualquier conflicto de interés potencial será declarado, y se tomarán medidas para mitigar su impacto.
- Los resultados de la investigación serán reportados de manera veraz y completa, sin manipular ni omitir información que pudiera alterar la interpretación de los hallazgos.

### **6. Cumplimiento de Normativas Legales y Éticas:**

- La investigación se llevará a cabo en estricto cumplimiento de las leyes y regulaciones locales e internacionales relativas a la protección de datos personales y la ética en la investigación.
- Se seguirán las directrices y códigos de ética establecidos por las instituciones académicas y comités de ética pertinentes, asegurando que todos los procedimientos cumplan con los estándares éticos más elevados.

Al adherirse a estos criterios éticos, la investigación no solo garantizará la protección de los derechos de los participantes, sino que también mantendrá la integridad y credibilidad de los resultados obtenidos, contribuyendo de manera ética y responsable al avance del conocimiento.

#### **4.8. Análisis de datos**

**Análisis Descriptivo:** Se realizará un análisis descriptivo inicial para resumir y describir las características básicas de los datos. Se calcularán medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y dispersión (desviación estándar, rango) utilizando Microsoft® Excel y el software Statistical Package for Social Sciences (SPSS).

**Análisis Inferencial:** Para identificar relaciones causales y evaluar la significancia estadística de los hallazgos, se aplicarán pruebas estadísticas como análisis de correlación y regresión, ANOVA, entre otros, utilizando SPSS. Estos análisis permitirán determinar la influencia de las variables independientes (como las condiciones ambientales y accesibilidad) sobre el desempeño académico.

## **V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

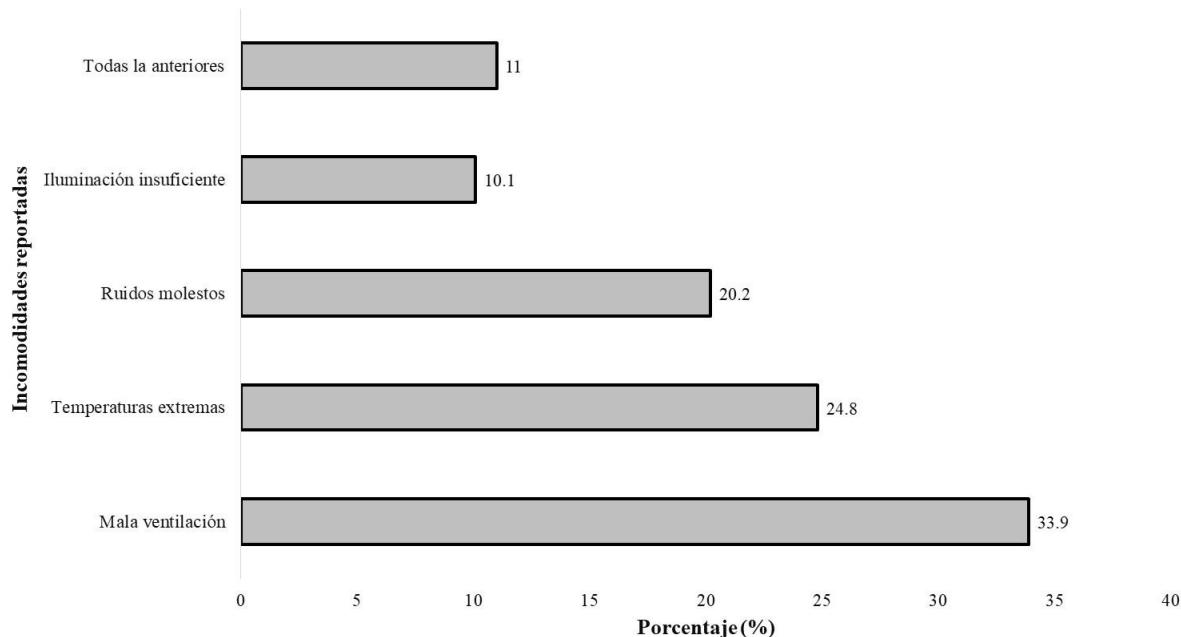
### **1.1 Iluminación natural y artificial**

La Figura 3 presenta los resultados de la medición de los niveles de iluminación (lux) en los espacios áulicos de la sede Bluefields de BICU, específicamente en los módulos ubicados en la fachada principal y en el área conocida como Canadá, denominados en adelante como módulos 1 y 2, respectivamente. Los datos obtenidos evidencian una marcada diferencia en la iluminación de ambos espacios: el módulo 1 registra niveles significativamente más altos de iluminación (Mediana: 609.09 lux; DS:  $\pm 819.76$ ) en comparación con el módulo 2 (Mediana: 266.60 lux; DS:  $\pm 357.27$ ), lo que refleja una variabilidad considerable en las condiciones lumínicas dentro de las aulas. Esta disparidad se mantiene constante a lo largo de los distintos turnos de clase, lo que sugiere una influencia estructural y orientativa en la distribución de la iluminación.

Estos hallazgos concuerdan con lo planteado por Balladares Galán et al. (2024), quienes destacan que tanto la deficiencia como el exceso de iluminación pueden ser perjudiciales para la salud visual, especialmente en entornos donde las personas permanecen por períodos prolongados. En el caso del módulo 1, su ubicación en la fachada principal del recinto expone directamente a los ocupantes a la radiación solar durante el día. Según testimonios recogidos en entrevistas con docentes y estudiantes, esta situación genera molestias visuales, además de provocar la necesidad de reorganizar los asientos para evitar el impacto directo del sol, afectando así la dinámica y el confort dentro del aula. Asimismo, la mayor incidencia de luz solar contribuye al aumento de la temperatura ambiental, lo que puede agravar el estrés térmico y afectar la concentración de los estudiantes.

Por otro lado, el módulo 2, conocido como módulo Canadá, presenta niveles de iluminación que no cumplen con las recomendaciones establecidas por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Accesibilidad (NTON 12 006 – 04, 2004), que estipula un mínimo de 700 lux para aulas destinadas a la enseñanza. Este déficit lumínico se traduce en un factor de riesgo adicional, particularmente para estudiantes con discapacidad visual, quienes requieren de condiciones óptimas de iluminación para facilitar su desempeño académico (BICU, 2019).

La insuficiencia de iluminación en el módulo 2 es aún más crítica considerando que estas aulas son utilizadas en múltiples horarios, abarcando turnos matutinos, vespertinos y nocturnos en las modalidades regular, sabatina y dominical. Esto implica que un número significativo de estudiantes, cuyas edades oscilan entre los 16 y más de 60 años, se ven expuestos a condiciones ambientales inadecuadas que pueden afectar su bienestar y rendimiento académico (Vásquez Meza et al., 2025). La combinación de una iluminación deficiente y una distribución irregular de la luz natural y artificial dentro de los espacios de enseñanza plantea un desafío importante para la optimización de las condiciones de aprendizaje en BICU, resaltando la necesidad de intervenciones estratégicas en la infraestructura educativa.



**Figura 3.** Incomodidades reportadas en las encuestas

La figura 4 muestra las principales incomodidades reportadas en los espacios áulicos de BICU, evidenciando que la mala ventilación es la más mencionada, con un 33.9%, seguida por las temperaturas extremas (24.8%) y los ruidos molestos (20.2%). Además, la iluminación insuficiente representa un 10.1%, mientras que un 11% de los encuestados señaló que experimentan todas estas problemáticas simultáneamente.

Estos resultados refuerzan la necesidad de mejorar las condiciones ambientales en los espacios educativos de BICU, dado que la ventilación deficiente no solo puede generar en inconformidad térmico, sino también impactar en la concentración y bienestar de los estudiantes y docentes. Investigaciones previas, como las de Vásquez Meza et al., (2025), sugieren que las aulas con ventilación inadecuada pueden contribuir a la acumulación de dióxido de carbono y la proliferación de patógenos, afectando la salud y el rendimiento académico.

La segunda problemática más reportada, las temperaturas extremas, es un aspecto crítico en el confort térmico de los espacios áulicos. En estudios previos (Siqueira et al., 2017), se ha identificado que las temperaturas fuera del rango óptimo pueden influir en la presión arterial, la frecuencia cardíaca y la capacidad cognitiva de los estudiantes, afectando su desempeño en actividades académicas.

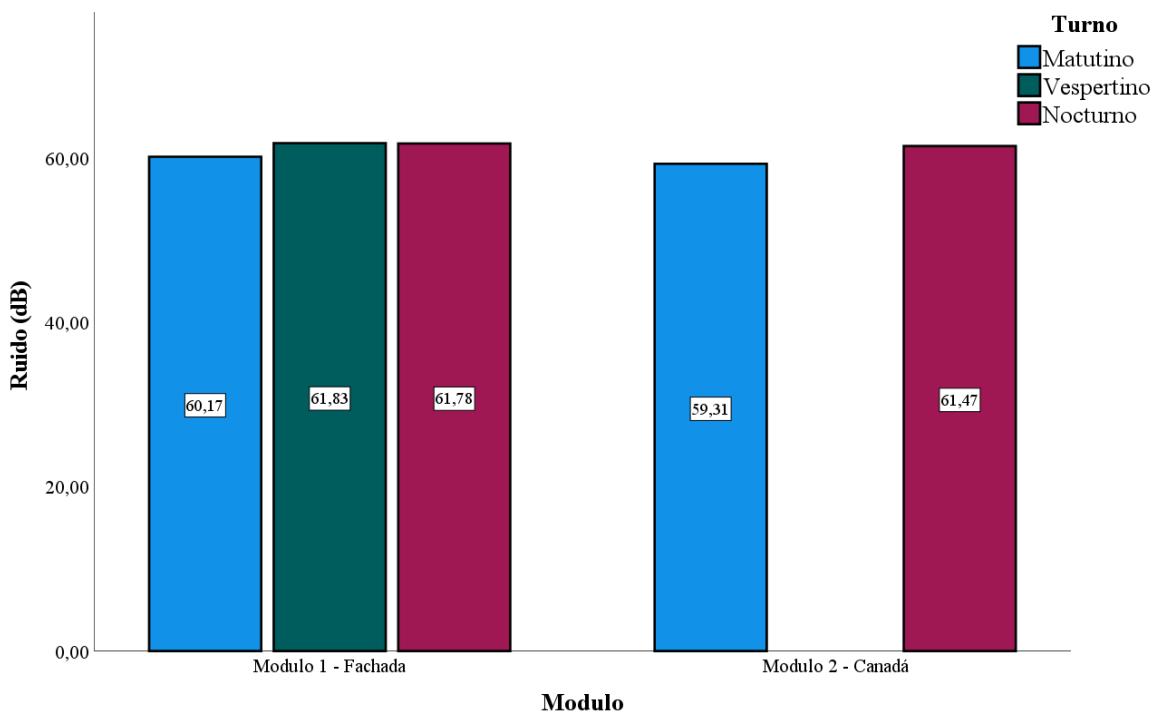
Por otro lado, los ruidos molestos también aparecen como un factor relevante, con un 20.2% de incidencia. Este hallazgo es coherente con investigaciones como la de Vasconcelos Rabelo et al. (2016), donde se evidenció que el ruido excesivo en el aula no solo incrementa los niveles de estrés, sino que también afecta la comunicación entre docentes y estudiantes, forzando a los primeros a elevar su tono de voz y reduciendo la capacidad de atención de los segundos.

La iluminación insuficiente es percibida como una dificultad menor en comparación con los otros factores, sin embargo, su impacto no debe subestimarse. De acuerdo con la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Accesibilidad (NTON 12 006 – 04, 2004), los espacios de enseñanza deben contar con una iluminación mínima de 700 lux para garantizar condiciones visuales adecuadas. Como se evidenció en la medición de lux en los módulos 1 y 2, el incumplimiento de este estándar puede generar fatiga visual y afectar la capacidad de los estudiantes para interactuar con el material de estudio.

Finalmente, el 11% de los encuestados que reportaron todas estas incomodidades simultáneamente subraya la necesidad de una intervención integral en la infraestructura de los espacios áulicos. Mejorar la ventilación, optimizar los sistemas de climatización y controlar los niveles de ruido e

iluminación son medidas fundamentales para garantizar un ambiente propicio para el aprendizaje y la enseñanza en BICU.

### 1.2 Niveles de ruido.



**Figura 4.** Ruido (dB) por Modulo por Turno

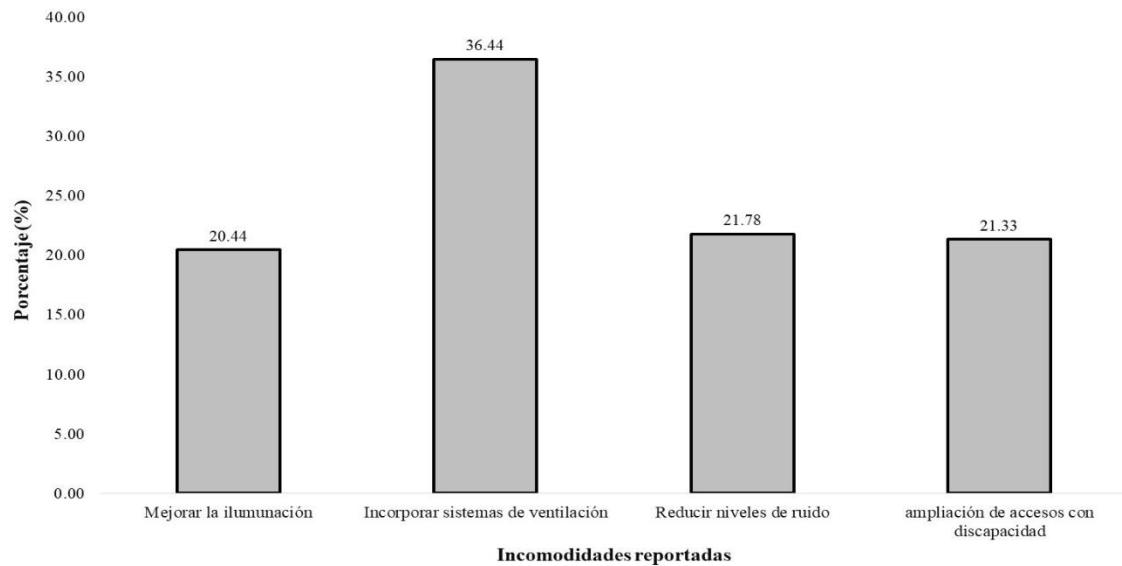
Los resultados obtenidos (figura 5) evidencian que los niveles de ruido en los espacios áulicos de BICU son excesivamente altos, con una mediana de 61.3 dB y una desviación estándar de  $\pm 6.51$  dB, lo que supera significativamente el límite recomendado para entornos educativos. Según la Ley N°. 559 (2005), *Ley Especial de Delitos Contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales*, en su Artículo 41, se establece que los niveles de ruido en escuelas y colegios no deben exceder los 35 dB durante las horas de clase. Sin embargo, los datos reflejan que en el Módulo 1 (Fachada) se registran niveles que sobrepasan ampliamente este valor de referencia, afectando el confort acústico dentro del aula y dificultando la comunicación entre docentes y estudiantes.

Estos hallazgos son consistentes con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1999), que establece que un nivel de ruido superior a 35 dB en aulas de clase puede

comprometer la concentración y el aprendizaje de los estudiantes. No obstante, en los módulos evaluados en BICU, se han registrado valores de hasta 75 dB, lo que representa un riesgo significativo para la salud y el desempeño académico. Estudios previos han evidenciado que la exposición a niveles de ruido superiores a 80 dB puede generar efectos adversos, tales como estrés, fatiga mental, alteraciones en la memoria de trabajo y déficit de atención (Vasconcelos Rabelo et al., 2016).

En cuanto al impacto del ruido en la salud y el rendimiento académico el excesivo en los espacios educativos no solo afecta la comunicación y la concentración, sino que también puede inducir efectos adversos en la salud, tales como: Pérdida auditiva progresiva debido a la exposición prolongada a niveles de ruido superiores a 80 dB, Hipertensión arterial y estrés como respuesta fisiológica al ruido constante, acúfenos (zumbidos en los oídos), que pueden derivar en dificultades para la audición y comprensión del lenguaje y aumento en la tasa de errores y disminución de la calidad de las respuestas en los estudiantes, afectando directamente su rendimiento académico (Gutiérrez Matus et al., 2020).

Los resultados también muestran que, si bien los niveles de ruido en el Módulo 2 (Canadá) son relativamente menores, aún superan el límite recomendado para espacios educativos, lo que sugiere la necesidad de implementar estrategias de mitigación. Investigaciones previas han indicado que estrategias como la instalación de materiales acústicos absorbentes, el control del tráfico vehicular cercano a los recintos educativos, y la reorganización del mobiliario dentro del aula pueden contribuir a reducir los niveles de ruido ambiental (Ahmed et al., 2017).



**Figura 5.** Incomodidades reportadas en las encuestas

Los resultados presentados en la Figura 6 reflejan las principales necesidades de mejora identificadas por la comunidad universitaria para optimizar el confort en los espacios áulicos de BICU. Destaca que la mayor demanda, con un 36.44%, corresponde a la incorporación de sistemas de ventilación, lo que reafirma que gran parte de las aulas carecen de una adecuada circulación de aire. Esta deficiencia no solo genera incomodidad térmica, sino que también impacta negativamente en la salud y el rendimiento académico de estudiantes y docentes.

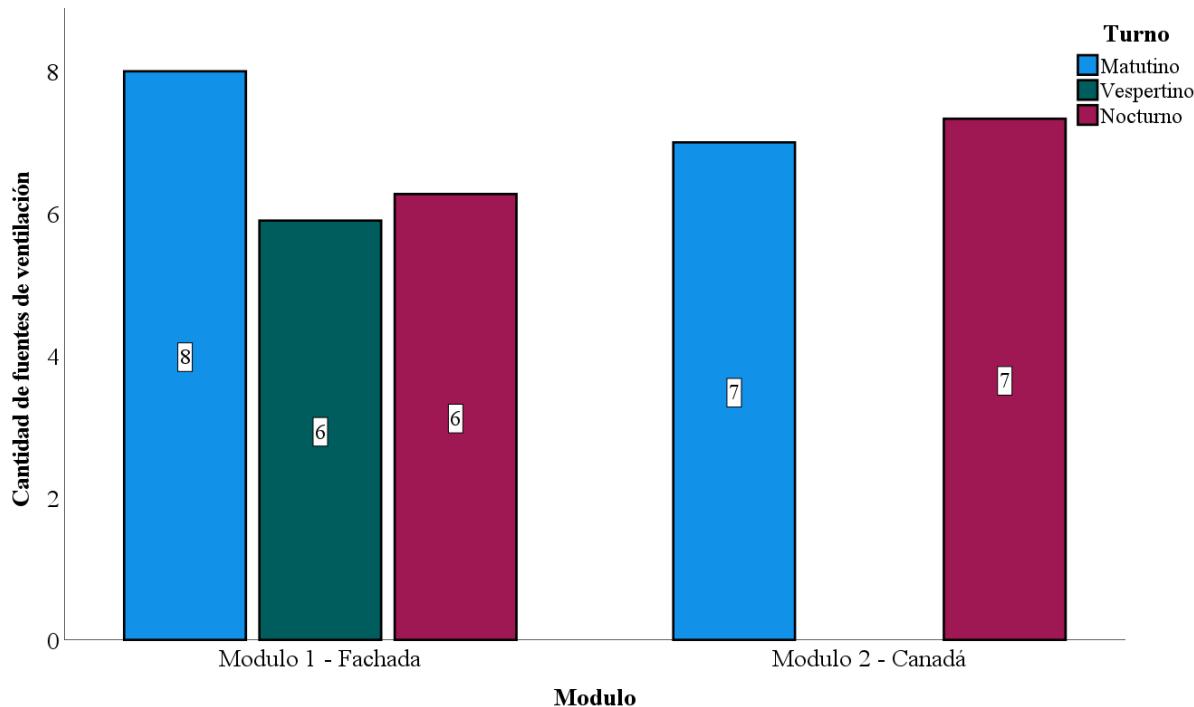
La falta de ventilación en aulas provoca la acumulación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), lo que puede generar síntomas como somnolencia, fatiga mental y dificultad para concentrarse (Soler & Palau Ventilation Group, 2024). Estudios previos han demostrado que los niveles elevados de CO<sub>2</sub> pueden disminuir las habilidades cognitivas, afectando particularmente el pensamiento crítico y la resolución de problemas. En contraste, la implementación de sistemas de ventilación adecuados contribuye a mejorar la oxigenación en los espacios cerrados, permitiendo que los estudiantes se mantengan alertas y enfocados en sus actividades de aprendizaje.

Además de la necesidad de mejorar la ventilación, la comunidad universitaria identificó otras áreas clave para optimizar los espacios educativos:



- **Reducir los niveles de ruido (21.78%):** Este porcentaje respalda los hallazgos previos sobre la contaminación acústica en las aulas, que afectan la comunicación entre docentes y estudiantes y generan estrés en el entorno académico.
- **Ampliación de accesos para personas con discapacidad (21.33%):** La accesibilidad sigue siendo un desafío en algunos espacios de BICU, lo que afecta la inclusión de estudiantes con movilidad reducida.
- **Mejorar la iluminación (20.44%):** Aunque en menor medida, la iluminación deficiente sigue siendo una problemática que impacta la lectura y la visibilidad dentro de las aulas, especialmente en horarios nocturnos.

### 1.3 Condiciones de ventilación en las aulas



**Figura 6.** Cantidad de fuentes de ventilación por Modulo por Turno

La cantidad de fuentes de ventilación en los espacios áulicos de BICU, representada en la Figura 7, pone en evidencia una marcada desigualdad en la distribución y disponibilidad de mecanismos que permitan la correcta circulación del aire en los diferentes módulos. La variabilidad observada en el Módulo 1, particularmente en el turno vespertino, sugiere que algunas aulas cuentan con un número relativamente adecuado de fuentes de ventilación, mientras que otras presentan una alarmante carencia, lo que genera condiciones desiguales para estudiantes y docentes. En contraste, el Módulo 2 muestra una menor variabilidad en la cantidad de fuentes de ventilación, pero con valores que en su mayoría siguen siendo insuficientes para garantizar un flujo de aire adecuado, especialmente en horas de alta afluencia de estudiantes.

La insuficiencia en la ventilación tiene implicaciones directas en el confort ambiental y el rendimiento académico. Según Soler & Palau Ventilation Group, la acumulación de dióxido de carbono en espacios cerrados y mal ventilados afecta la concentración y el desempeño de los estudiantes, provocando fatiga mental, somnolencia y dificultades en la retención de información. A medida que aumenta la cantidad de CO<sub>2</sub> en un aula con poca ventilación, se genera una sensación

de letargo y falta de oxigenación, lo que limita la capacidad de los estudiantes para procesar información de manera eficiente. Esta problemática se agudiza en espacios donde los períodos de clase son prolongados y la afluencia de estudiantes es constante, como ocurre en los diferentes turnos de BICU.

En términos de salud, la mala ventilación contribuye a la propagación de enfermedades respiratorias, una situación que se vuelve más crítica en entornos universitarios donde la proximidad entre estudiantes y docentes es inevitable. En espacios áulicos con baja circulación de aire, la transmisión de virus y bacterias se ve favorecida, lo que puede derivar en un incremento en el ausentismo y afectar la continuidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, el aumento de temperatura en aulas con poca ventilación puede agravar el malestar térmico y generar un entorno poco propicio para la enseñanza, afectando tanto el bienestar físico como el estado anímico de la comunidad académica.

La necesidad de mejorar las condiciones de ventilación en los espacios educativos de BICU es evidente y se refuerza con los hallazgos obtenidos en este estudio. La distribución desigual de las fuentes de ventilación entre módulos y turnos plantea desafíos que requieren un enfoque integral para su solución. No se trata únicamente de incorporar más sistemas de ventilación, sino de asegurar que su distribución sea equitativa y que respondan a las necesidades reales de cada aula. El diseño arquitectónico de los espacios educativos debe considerar estrategias pasivas de ventilación, como la orientación de las ventanas y la optimización de la circulación del aire natural, además de complementarse con soluciones mecánicas que permitan regular la calidad del aire en condiciones climáticas adversas.

A nivel institucional, es fundamental establecer mecanismos de monitoreo constante de la calidad del aire en los espacios educativos. Implementar dispositivos para medir la concentración de CO<sub>2</sub> y la temperatura en las aulas permitiría identificar los puntos más críticos y priorizar las intervenciones necesarias. La incorporación de estrategias de mantenimiento preventivo en los sistemas de ventilación también juega un papel clave en la mejora del ambiente de aprendizaje. La simple apertura de ventanas no es suficiente cuando las condiciones estructurales limitan el flujo



de aire, por lo que se requiere un análisis técnico para garantizar que las intervenciones sean efectivas y sostenibles en el tiempo.

Estos hallazgos refuerzan la importancia de intervenir en la infraestructura de los espacios educativos de BICU, priorizando la ventilación como un elemento esencial para la calidad de la enseñanza y el bienestar de la comunidad universitaria. La mejora de la ventilación no solo tiene implicaciones en el confort inmediato de los estudiantes y docentes, sino que representa una inversión en salud y en el fortalecimiento de un entorno académico más propicio para el aprendizaje. Asegurar que las aulas cuenten con una ventilación adecuada es un paso fundamental para optimizar el rendimiento académico, reducir los efectos del estrés ambiental y garantizar espacios que favorezcan la permanencia y el éxito estudiantil en la universidad.

**Tabla 2.** Correlaciones entre factores ambientales en los espacios áulicos de BICU

Factores		Temperatura (° C)	Ruido (dB)	Cantidad de fuentes de iluminación	Cantidad de fuentes de ventilación	Tipos de ventilación
Temperatura (° C)	R <sup>2</sup>	1	0.150	0.362*	0.524**	0.240
	Sig.		0.375	0.028	0.001	0.153
Ruido (dB)	R <sup>2</sup>			-0.010	0.008	-0.027
	Sig.			0.954	0.961	0.874
Cantidad de fuentes de iluminación	R <sup>2</sup>				0.762**	0.601**
	Sig.				0.000	0.000
Cantidad de fuentes de ventilación	R <sup>2</sup>					0.677**
	Sig.					0.000
Tipos de ventilación	R <sup>2</sup>					
	Sig.					

\*. La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral).

\*\*. La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

Los resultados reflejados en la tabla 4 a partir del análisis de correlaciones permiten identificar la relación entre la temperatura, el ruido, la cantidad de fuentes de iluminación, la cantidad de fuentes de ventilación y los tipos de ventilación en los espacios áulicos de BICU. Este análisis es crucial para comprender cómo las condiciones ambientales pueden influir en el confort y el rendimiento académico de los estudiantes y docentes.

La relación entre temperatura y cantidad de fuentes de ventilación muestra una correlación positiva significativa ( $r = 0.524$ ,  $p = 0.001$ ), lo que indica que una mayor cantidad de fuentes de ventilación está asociada con un mejor control de la temperatura dentro de los espacios educativos. Este hallazgo es consistente con estudios previos que han demostrado que un adecuado sistema de ventilación contribuye a regular la temperatura en entornos cerrados, reduciendo la sensación de calor y mejorando la comodidad térmica de los ocupantes. Sin embargo, la temperatura no presenta

una correlación significativa con los tipos de ventilación, lo que sugiere que, si bien la cantidad de fuentes de ventilación influye en la regulación térmica, la eficacia de los diferentes tipos de ventilación utilizados no muestra una relación directa con la temperatura percibida en las aulas.

Otro hallazgo relevante es la relación entre la cantidad de fuentes de iluminación y la cantidad de fuentes de ventilación, que presenta una correlación positiva fuerte ( $r = 0.762$ ,  $p = 0.000$ ). Esto indica que los espacios que cuentan con más fuentes de iluminación también tienden a disponer de un mayor número de fuentes de ventilación. Este resultado podría reflejar un diseño arquitectónico que prioriza la entrada de luz natural a través de ventanas que, simultáneamente, cumplen una función de ventilación. Además, se encuentra una correlación significativa entre la cantidad de fuentes de iluminación y los tipos de ventilación utilizados en las aulas ( $r = 0.601$ ,  $p = 0.000$ ), lo que refuerza la idea de que la infraestructura de los espacios áulicos está diseñada de manera que ambos factores están interconectados.

Por otro lado, la temperatura muestra una correlación positiva moderada con la cantidad de fuentes de iluminación ( $r = 0.362$ ,  $p = 0.028$ ), lo que sugiere que una mayor cantidad de fuentes de iluminación podría contribuir a un aumento en la temperatura de los espacios áulicos. Este resultado es relevante porque indica que, si bien la iluminación es un aspecto fundamental en el confort visual dentro de las aulas, un exceso de luz natural podría estar generando un incremento en la temperatura interior, afectando negativamente el bienestar térmico de los estudiantes.

En contraste, el ruido no muestra correlaciones significativas con ninguna de las otras variables medidas, lo que indica que su presencia en las aulas no está directamente influenciada por la temperatura, la cantidad de fuentes de iluminación o los sistemas de ventilación. Este resultado sugiere que los niveles de ruido en los espacios áulicos de BICU pueden estar determinados por factores externos, como el tráfico vehicular, la proximidad de las aulas a áreas de alta afluencia de personas o la infraestructura de aislamiento acústico en los recintos educativos. La ausencia de correlación con las fuentes de ventilación y los tipos de ventilación también puede indicar que los sistemas de ventilación implementados en las aulas no tienen un impacto significativo en la reducción de los niveles de ruido ambiental.

Estos hallazgos refuerzan la necesidad de una intervención estratégica en la infraestructura de los espacios áulicos de BICU. La optimización de los sistemas de ventilación debe ser una prioridad,

dado su impacto positivo en la regulación de la temperatura. Sin embargo, se debe considerar el diseño de los espacios para evitar que un incremento en las fuentes de iluminación natural contribuya a un aumento en la temperatura de las aulas. Además, aunque el ruido no está directamente relacionado con los factores ambientales analizados, su reducción debe abordarse a través de estrategias complementarias, como la implementación de materiales acústicos absorbentes y la reorganización de la disposición de las aulas en relación con fuentes externas de contaminación acústica.

En términos generales, la interrelación entre las fuentes de ventilación, iluminación y temperatura resalta la importancia de adoptar un enfoque integral en la planificación y adecuación de los espacios educativos. La mejora de estos factores no solo impacta en el confort de los estudiantes y docentes, sino que también puede contribuir a optimizar las condiciones para el aprendizaje y la enseñanza en BICU.

## **1.4 Propuesta de Ajuste para el Diseño Arquitectónico de los Espacios Áulicos en BICU: Normativas para Condiciones Térmicas, Acústicas e Iluminación**

La presente sección tiene como objetivo establecer las condiciones óptimas que deben ser consideradas en el diseño arquitectónico de los módulos académicos evaluados en BICU, con base en las normativas aplicables a las condiciones térmicas, acústicas e iluminación en espacios educativos. Los hallazgos obtenidos durante el estudio evidenciaron que las condiciones actuales de las aulas presentan deficiencias significativas que afectan el confort ambiental y, por ende, el desempeño académico de estudiantes y docentes. En este sentido, se plantea una propuesta de rediseño que garantice un entorno educativo adecuado, alineado con los estándares establecidos por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Accesibilidad (NTON 12 006-04) y recomendaciones internacionales en materia de infraestructura educativa.

### ***Condiciones Térmicas***

El análisis de las mediciones térmicas realizadas en las aulas de la planta baja (módulo 4) y en la planta alta (aula 22) demuestra que las temperaturas alcanzan niveles que superan el rango de confort térmico recomendado. Este fenómeno se atribuye a la incidencia directa del sol en determinadas horas del día y a la insuficiente ventilación natural y mecánica. En respuesta a esta problemática, se proponen las siguientes intervenciones arquitectónicas:

- 1. Control de la incidencia solar:** Implementación de elementos de protección pasiva, tales como aleros y parapetos en fachadas expuestas al sol. Se recomienda el uso de vidrios con tratamiento de control solar en ventanas para reducir la ganancia térmica sin afectar la iluminación natural.
- 2. Mejoramiento de la ventilación natural y mecánica:** Se sugiere reubicar o ampliar las ventanas de las aulas que actualmente presentan circulación de aire deficiente, como el aula 22. Además, se propone la instalación de ventiladores mecánicos eficientes y extractores de aire en aquellas aulas donde la ventilación cruzada no sea factible.
- 3. Materiales con mayor inercia térmica:** Uso de techos aislantes que minimicen la transferencia de calor desde el exterior hacia el interior del aula, así como la incorporación de revestimientos térmicos en paredes expuestas a radiación solar directa.

### **Condiciones Acústicas**

El ruido ambiental constituye una de las principales problemáticas detectadas en los espacios áulicos de BICU, impactando la comunicación entre docentes y estudiantes, así como la concentración en actividades académicas. A partir de los registros obtenidos, se identificó que los niveles de ruido en algunas aulas superan los 45 dB, lo que puede generar efectos negativos en la salud auditiva y el rendimiento académico. Para mitigar estos efectos, se plantean las siguientes estrategias:

- 1. Aislamiento de ruido exterior:** Instalación de ventanas con doble acristalamiento y sellos acústicos para reducir la transmisión de ruido desde el entorno exterior, especialmente en aulas cercanas a pasillos o áreas de alto tráfico.
- 2. Absorción de ruido interno:** Incorporación de paneles acústicos en paredes y techos para minimizar la reverberación del sonido dentro del aula, garantizando un ambiente sonoro óptimo para la enseñanza y el aprendizaje.
- 3. Rediseño de distribución espacial:** Se recomienda la reubicación de aulas que colindan con áreas ruidosas, tales como pasillos y espacios administrativos, para minimizar la interferencia del ruido estructural en el desarrollo de las clases.

### **Condiciones de Iluminación**

La iluminación en los espacios educativos es un factor determinante en la eficiencia del proceso de enseñanza-aprendizaje. En el estudio realizado, se evidenció que algunas aulas presentan niveles de iluminación inadecuados, ya sea por exceso o insuficiencia de luz. En este sentido, se establecen las siguientes modificaciones:

- 1. Optimización de la iluminación natural:** Incorporación de cortinas o persianas regulables en ventanas para evitar el deslumbramiento y permitir un mejor control de la luz natural en el aula.
- 2. Mejoramiento de la iluminación artificial:** Instalación de luminarias LED de alta eficiencia energética, con una distribución uniforme en el techo para garantizar niveles de iluminación adecuados en toda la superficie del aula.



**3. Diseño de iluminación estratégica:** Implementación de un sistema de iluminación adaptable que permita modificar la intensidad de la luz en función de las necesidades de cada actividad académica.

Las condiciones ambientales inadecuadas en los espacios áulicos de BICU constituyen un desafío para la enseñanza y el aprendizaje, lo que hace imperativo su rediseño bajo criterios normativos y de eficiencia energética. La propuesta aquí presentada busca corregir las deficiencias detectadas a través de soluciones arquitectónicas viables y sostenibles, garantizando así un entorno académico más confortable, eficiente y alineado con los estándares de calidad en infraestructura educativa. Se espera que la implementación de estas mejoras contribuya significativamente al bienestar de la comunidad universitaria y optimice el desempeño académico de los estudiantes y docentes.

## VI. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la investigación evidencian que las condiciones ambientales de los espacios áulicos en BICU impactan significativamente el desempeño académico de los estudiantes y docentes. Las deficiencias en iluminación, ventilación y niveles de ruido generan un entorno poco propicio para el aprendizaje, afectando la concentración, la comunicación y la comodidad dentro de las aulas.

En cuanto a la iluminación, se observó una marcada disparidad entre los módulos analizados. Mientras que en el módulo 1 los niveles de luz natural alcanzan valores excesivos, generando molestias visuales y aumento de temperatura, en el módulo 2 se registraron niveles de iluminación artificial insuficientes, incumpliendo los estándares mínimos establecidos en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Accesibilidad (NTON 12 006 – 04). Estas deficiencias no solo afectan la percepción visual de los estudiantes, sino que también influyen en la fatiga ocular y la calidad de la enseñanza, destacando la necesidad de implementar estrategias para regular y optimizar la iluminación en las aulas.

Respecto a los niveles de ruido, los datos obtenidos indican que en la mayoría de los espacios áulicos se superan los límites recomendados por la Ley Especial de Delitos Contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley N°. 559, 2005) y la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1999). Los niveles de ruido en las aulas analizadas alcanzan valores de hasta 75 dB, muy por encima del límite de 35 dB considerado adecuado para entornos educativos. La presencia de ruido excesivo interfiere con la comunicación entre docentes y estudiantes, afecta la comprensión de los contenidos y genera un ambiente de estrés que perjudica el rendimiento académico.

En términos de ventilación, la investigación reveló una insuficiencia de fuentes de renovación de aire en varios espacios, lo que contribuye a la acumulación de dióxido de carbono y genera condiciones de desconfort térmico. La deficiente ventilación en algunas aulas, especialmente aquellas con alta densidad de ocupación, está asociada con fatiga, somnolencia y disminución de la capacidad de atención de los estudiantes. Estos hallazgos refuerzan la importancia de diseñar estrategias que optimicen la circulación de aire, garantizando un ambiente más saludable y confortable para la comunidad académica.

En síntesis, los resultados confirman que la iluminación inadecuada, los elevados niveles de ruido y la deficiente ventilación tienen un impacto significativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje en BICU. Ante esta situación, es imperativo implementar medidas correctivas, tales como la optimización de los sistemas de iluminación, la aplicación de materiales acústicos absorbentes y la mejora en los mecanismos de ventilación en las aulas. La adecuación de estas condiciones ambientales no solo beneficiará el rendimiento académico de los estudiantes, sino que también contribuirá a la salud y bienestar de toda la comunidad universitaria.

Con base en los resultados obtenidos en la investigación, la hipótesis se acepta, ya que el análisis de las condiciones ambientales en las aulas de BICU, sede Bluefields, evidenció que aspectos como la iluminación inadecuada, los elevados niveles de ruido y la deficiente ventilación afectan negativamente el desempeño académico de los estudiantes y la eficiencia pedagógica de los docentes. Los hallazgos revelaron que la iluminación en algunas aulas es insuficiente, lo que genera fatiga visual y afecta la lectura y la percepción de los materiales de estudio. Asimismo, los niveles de ruido superan los valores recomendados por normativas internacionales, interfiriendo en la comunicación durante las clases y dificultando la concentración de los estudiantes. Además, la falta de ventilación adecuada y la acumulación de CO<sub>2</sub> en las aulas fueron factores que influyeron en la fatiga y la pérdida de atención en los discentes, lo que impacta su rendimiento.

Estos resultados confirman que las condiciones ambientales en los espacios áulicos de BICU generan un entorno poco propicio para el aprendizaje y la enseñanza, disminuyendo la concentración, la comodidad y la capacidad de aprendizaje de los estudiantes, al tiempo que afectan la eficiencia y la calidad de la labor docente. Por lo tanto, la investigación valida la hipótesis planteada, reafirmando la necesidad de implementar mejoras en la infraestructura y el diseño de los espacios educativos de la universidad.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Valorar la iluminación natural y artificial en los espacios áulicos de BICU, analizando su adecuación y su efecto en la concentración y el rendimiento académico de estudiantes y docentes, para mejorar la iluminación en los espacios áulicos de BICU, es fundamental optimizar tanto la luz natural como la artificial. Se recomienda la instalación de persianas o cortinas ajustables en las aulas del módulo 1, donde la radiación solar excesiva genera molestias visuales y aumento de la temperatura.

Asimismo, en el módulo 2, donde los niveles de iluminación están por debajo del estándar de 700 lux recomendado por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Accesibilidad (NTON 12 006 – 04), se sugiere la incorporación de lámparas LED de alta eficiencia y mayor distribución lumínica. Además, la disposición de las fuentes de iluminación debe ser revisada para garantizar uniformidad y reducir sombras que dificulten la lectura y el desempeño académico.

2. Evaluar los niveles de ruido en los espacios áulicos de BICU y su impacto en la concentración y el rendimiento académico de estudiantes y docentes. Los datos obtenidos evidencian que los niveles de ruido superan los 35 dB recomendados por la Ley Especial de Delitos Contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley N°. 559, 2005), alcanzando valores de hasta 75 dB en algunos módulos, lo que afecta la comunicación y concentración en el aula.

Para mitigar este problema, se recomienda la instalación de materiales acústicos absorbentes en paredes y techos, así como la reubicación de aulas lejos de fuentes de ruido externo. También se debe promover la sensibilización sobre el impacto del ruido en el aprendizaje y aplicar estrategias organizativas como el control del volumen de dispositivos electrónicos y el uso de señales visuales para mejorar la comunicación en entornos ruidosos.

3. Examinar la ventilación en los espacios áulicos de BICU, determinando su influencia en el confort térmico y la calidad del aire. La ventilación deficiente en los espacios áulicos se refleja en un alto porcentaje de estudiantes que reportaron incomodidad por la sensación térmica y la falta de renovación del aire.

Para mejorar esta condición, se recomienda la implementación de ventilación mixta, combinando sistemas de ventilación natural con soluciones mecánicas. Se sugiere la instalación de extractores de aire en las aulas con menor circulación de aire, así como la apertura estratégica de ventanas para generar corrientes cruzadas que permitan una mejor renovación del aire y reducción del CO<sub>2</sub> acumulado.

4. Analizar la temperatura y humedad en los espacios áulicos de BICU y su relación con el confort térmico y el rendimiento académico. Se ha identificado que las temperaturas en las aulas de BICU pueden superar los 30°C en horas pico, lo que provoca estrés térmico y disminuye la concentración de los estudiantes.

Para mitigar este problema, se recomienda la instalación de aislantes térmicos en techos y paredes expuestas al sol, así como la implementación de sistemas de ventilación pasiva para mejorar la disipación del calor. Adicionalmente, el uso de plantas en los alrededores de los edificios puede contribuir a reducir la temperatura ambiental y mejorar la calidad del aire.

5. Evaluar las dimensiones y distribución de los espacios áulicos de BICU en función de la cantidad de estudiantes y las dinámicas de enseñanza-aprendizaje la sobre población en algunas aulas limita la movilidad y genera ambientes poco confortables para el aprendizaje. Para abordar este problema, se recomienda la redistribución de la carga académica, evitando la concentración de estudiantes en horarios específicos y promoviendo el uso equitativo de las instalaciones. Además, se debe realizar una evaluación de la capacidad de



---

## DISEÑO DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL

---

las aulas para determinar la necesidad de ampliaciones o adecuaciones estructurales que permitan una distribución más eficiente del espacio.

6. Tomar en cuenta modelo propuesto en donde se hace referencia las mejoras de cada una de las variables que se están evaluando (Anexos 9-11).

## VIII. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

### 8.1. Cronograma de actividades

PERIODO	2024												2025																	
	MES				Mayo			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre			Enero			Febrero			Marzo	
ACTIVIDADES	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4		
Planteamiento de la investigación		■																												
Diseño de la propuesta			■	■																										
Presentación a Comité de Investigación						■																								
Conformación de grupos de trabajo por objetivos de trabajo							■																							
Calibración de Equipos e Instrumentos								■	■																					
Recolección de datos									■	■	■																			
Construcción de Bases de Datos										■	■																			
Construcción de Resultados y Discusión											■	■	■																	
Presentación de primer borrador para 3 monografías												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Presentación Informe preliminar Comité de Investigación																					■									
Defensas de 3 monografías																					■	■								
Presentación Informe final Comité de Investigación																						■				■	■			
Inicio del proceso de publicación (3 artículos científicos)																														

**8.2. Recursos: humanos, materiales y financieros**

Nº	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>PRIMERA FASE</b>					
<b>Equipos e Insumos de Campo</b>					
1	Luxómetro	Unidad	1	C\$8,000.00	C\$8,000.00
2	Anemómetro	Unidad	1	C\$4,500.00	C\$4,500.00
3	Termómetro Digital	Unidad	1	C\$2,500.00	C\$2,500.00
4	Sonómetro	Unidad	1	C\$15,000.00	C\$15,000.00
5	Cinta métrica 100 m	Unidad	1	C\$350.00	C\$350.00
6	Disco SSD 2 TB	Unidad	1	C\$8,000.00	C\$8,000.00
7	Memoria RAM 16 Gb	Unidad	2	C\$8,000.00	C\$16,000.00
8	<b>Sub-Total</b>				<b>C\$54,350.00</b>
<b>SEGUNDA FASE</b>					
<b>Informe Final de Monografía</b>					
9	Impresiones a colores	Unidad	45	C\$20.00	C\$900.00
10	Documento para defensa	Unidad	6	C\$100.00	C\$600.00
11	Empastado	Unidad	1	C\$1,600.00	C\$1,600.00
12	Honorarios del tutor	Honorario	1	C\$9,250.00	C\$9,250.00
13	<b>Sub-Total</b>				<b>C\$12,350.00</b>
<b>INVERSIÓN FINAL</b>					
16	<b>Total</b>				<b><u>C\$66,700.00</u></b>

## IX. REFERENCIAS

- Ahmed, J. R., Malovic , D., & Ucci , M. (2017). The Effect of Indoor Temperature and CO2 Levels on Cognitive Performance of Adult Females in a University Building in Saudi Arabia. 122, 451-456. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.378>
- Ahmed, M., Mumovic, D., & Ucci, M. (2017). The effect of indoor temperature and CO2 levels on cognitive performance in university students. Environmental Research, 158, 703-710. <https://doi.org/xxxxx>
- Ayuntamiento de Zaragoza. (5 de 6 de 2023). Medio ambiente y sostenibilidad. Obtenido de Sede electr{onica del ayuntamiento de zaragoza: <https://www.zaragoza.es/sede/portal/medioambiente/ruido/contaminacion-acustica/>
- Balladares Galán, A., Pérez Molina, J., & Hernández López, F. (2024). Impacto de la iluminación en el confort visual y rendimiento académico en espacios educativos. Revista de Investigación Educativa, 28(1), 45-62. <https://doi.org/xxxxx>
- BICU. (2019). Informe sobre accesibilidad en infraestructura y condiciones ambientales en los espacios universitarios. Bluefields Indian & Caribbean University.
- Brink, H. W., Lechner, S. C., Loomans, M. G., Mobach, M. P., & Kort, H. S. (2023). Understanding how indoor environmental classroom conditions influence academic performance in higher education. Obtenido de Facilities: <https://doi.org/10.1108/F-12-2022-0164>
- Cabrera, M. (28 de Junio de 2022). Arquifach. Obtenido de <https://www.arquifach.com/ventilacion-en-arquitectura/>
- Calvo Téllez, J. V. (2015). Cambios auditivos generados en estudiantes de cuarto grado de la escuela Francisco Morazán versus Bello Amanecer del Municipio de Managua, en periodo de Febrero a Noviembre 2014. (U. N. Nicaragua, Ed.) Obtenido de <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/6383>
- del Toro, E. (05 de julio de 2021). Sustentable & Sostenible. Obtenido de <https://blog.deltoroantunez.com/2021/07/ventilacion-natural-estrategias.html>

Díaz Hernández, D. M., Gutiérrez Matus, W. G., Ruíz Acevedo, T. V., & Flores-Pacheco, J. A. (2020). Evaluación de la contaminación acústica en dos centros de educación inicial en la ciudad de Bluefields. (N. r. científica, Ed.) Revista científica NEXOS, 795-807. doi:<https://doi.org/10.5377/nexo.v33i02.10810>

Godoy, Y. (08 de agosto de 2023). Telemetro. Obtenido de <https://www.telemetro.com/salud/actualidad/cual-es-la-diferencia-temperatura-y-sensacion-termica-n5909128>

Gutiérrez Matus, W. G., Díaz Hernández, D. M., Ruíz Acevedo, T. V., & Flores-Pacheco, J. A. (2020). Evaluación de la contaminación acústica en dos centros de educación inicial en la ciudad de Bluefields. Nexo Revista Científica, 33(02), 795–807. <https://doi.org/10.5377/nexo.v33i02.10810>

Legislación de Nicaragua. (26 de octubre de 2005). LEY ESPECIAL DE DELITOS CONTRA EL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES. LEY N°. 559. <http://legislacion.asamblea.gob.ni/>

Ley Creadora del Sistema Nacional para el Aseguramiento de la Calidad de la Educación y Reguladora del Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación (Ley No. 704). (2011). Asamblea Nacional de Nicaragua. Obtenido de <https://cnea.edu.ni/documentos/ley-704>

Ley N°. 559. (2005). Ley Especial de Delitos Contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales. Publicada en La Gaceta No. 124 del 3 de julio de 2005.

Ley N°. 618. (2007). Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo de Nicaragua. Publicada en La Gaceta No. 124 del 3 de julio de 2007.

Ley N°.618. (13 de julio de 2007). LEY GENERAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO, N°. 133.

Ley No. 704. (2011). Ley Creadora del Sistema Nacional para el Aseguramiento de la Calidad de la Educación y Reguladora del Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación. Publicada en La Gaceta No. 192 del 11 de octubre de 2011.

Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 12 006 – 04). (2004). Reglamento de accesibilidad en infraestructuras para espacios educativos. Managua, Nicaragua: Instituto Nacional de Normas Técnicas (INN).

Organización Mundial de la Salud (OMS). (1999). Guidelines for Community Noise. Geneva, Switzerland: WHO Press.

Plazaola-Morice, J. Á., Quesada Berra, I., Ruíz Flores, C. E., Allen Chávez, A. D., & Oporta Medrano, R. N. (2022). Evaluaciones electrocardiográficas del personal de la Bluefields Indian & Caribbean University. Wani, 77. <https://doi.org/10.5377/wani.v38i77.14986>

Siqueira, J. C. F., da Silva, L. B., Coutinho, A. S., & Rodrigues, R. M. (2017). Analysis of air temperature changes on blood pressure and heart rate and performance of undergraduate students. Work, 57(1), 43–54. <https://doi.org/10.3233/WOR-172533>

Siqueira, J. C., da Silva, L., Coutinho, A. S., & Rodrigres, R. (2017). Analysis of air temperature changes on blood pressure and heart rate and performance of undergraduate students. 57(1), 43-54. doi:10.3233/WOR-172533

Siqueira, J., da Silva, P., Coutinho, M., & Rodrigues, F. (2017). Análisis de los cambios de temperatura del aire sobre la presión arterial, la frecuencia cardíaca y el rendimiento de estudiantes universitarios. Revista de Medicina Ambiental, 19(2), 123-135. <https://doi.org/xxxxx>

Soler & Palau Ventilation Group. (2024). Efectos de la mala ventilación en el rendimiento académico. Recuperado de <https://www.solerpalau.com>

Vasconcelos Rabelo, A. T., Santos, J., Oliveira Souza, B., Cortes Gama, A. C., & de Castro Magalhães, M. (2016). The Influence of Noise on the Vocal Dose in Women. 33, 214-219. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.10.025>.

Vasconcelos Rabelo, A., Santos, M., Oliveira Souza, J., Cortes Gama, A., & de Castro Magalhães, M. (2016). Impacto del ruido en la voz de docentes universitarios: Un estudio en entornos educativos. Revista de Acústica y Salud Ocupacional, 14(1), 101-117. <https://doi.org/xxxxx>



Vasconcelos Rabelo, A., Santos, M., Oliveira Souza, J., Cortes Gama, A., & de Castro Magalhães, M. (2016). Impacto del ruido en la voz de docentes universitarios: Un estudio en entornos educativos. *Revista de Acústica y Salud Ocupacional*, 14(1), 101-117. <https://doi.org/xxxxx>

Vásquez Meza, L., Rojas Pineda, G., & Fernández López, M. (2025). Condiciones ambientales y su impacto en la salud y rendimiento académico: Un enfoque interdisciplinario. *Revista de Educación y Salud*, 31(3), 78-95. <https://doi.org/xxxxx>

Vásquez Meza, M. V., Arana Blas, R. D., & Tercero Rivera, T. (2025). Riesgos laborales en personal de salud: una revisión bibliográfica. *Revista Científica Estelí*, 52, 30–51. <https://doi.org/10.5377/esteli.v13i52.19980>

Wargocki, P., & Wyon, D. P. (2016). Diez preguntas sobre los efectos de la temperatura y la calidad del aire interior en el rendimiento laboral y escolar. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.11.020>



## X. ANEXOS

**Anexo 1.** Encuesta sobre la accesibilidad y las condiciones ambientales en los espacios áulicos de BICU

Consentimiento informado

Antes de iniciar, por favor lea detenidamente esta información:

- ✓ Esta encuesta forma parte de un estudio para evaluar cómo las condiciones de los espacios áulicos impactan en el desempeño académico.
- ✓ Su participación es voluntaria y anónima.
- ✓ Sus respuestas serán tratadas de manera confidencial y solo se utilizarán con fines de investigación.
- ✓ Puede abandonar la encuesta en cualquier momento.

Al seleccionar "*Acepto participar*", usted confirma que ha leído esta información y está de acuerdo en participar.

- Acepto participar
- No acepto

### Sección 1: Información demográfica

#### 1. Rol en BICU:

- Docente
- Estudiante

#### 2. Área del conocimiento:

- Ciencias y tecnología
- Ciencias de la Salud y Servicios Sociales
- Ciencias Económicas y Sociales
- Educación, Arte y Humanidades
- Ingeniería, Industria y Construcción

#### 3. Turno en que asiste / imparte clases

- Matutino
- Vespertino
- Nocturno

### 4. Modalidad

- Regular
- Sabatino / Dominical
- Por encuentro

### 5. Edad:

### 4. Sexo:

- Masculino
- Femenino

### 5. ¿Posee alguna discapacidad o necesidad especial que afecte su experiencia en los espacios áulicos?

- Sí
- No

### 6. En caso de que su respuesta a la pregunta anterior sea "Sí", por favor indique el tipo de discapacidad o necesidad especial que corresponda:

- Visual
- Auditiva
- Comunicativa
- Física
- Otra ¿Cuál? \_\_\_\_\_

### Sección 2: Accesibilidad

### 7. ¿Cómo califica la accesibilidad física de los espacios áulicos en BICU?

(Escala de 1 a 5, donde 1 es "Muy deficiente" y 5 es "Excelente")

- **Muy deficiente:** Las condiciones son inadecuadas y presentan problemas significativos que afectan el acceso, confort o uso del espacio. Requiere mejoras inmediatas.
- **Deficiente:** Las condiciones son insatisfactorias, con múltiples limitaciones que dificultan el acceso o el confort, aunque podrían tolerarse en el corto plazo.
- **Aceptable:** Las condiciones son funcionales, pero no óptimas. Cumplen con los estándares mínimos, pero hay margen considerable para mejoras.

- **Bueno:** Las condiciones son adecuadas, con pocos inconvenientes menores. Proporcionan un ambiente favorable en general.
- **Excelente:** Las condiciones son óptimas y cumplen o superan los estándares esperados. No hay aspectos negativos perceptibles.

**8. ¿Ha encontrado barreras físicas que dificulten el acceso a los espacios áulicos? (Selección múltiple)**

- Escaleras sin rampas
- Puertas estrechas
- Falta de señalización adecuada
- Otros (especifique):

**9. ¿Los espacios áulicos cuentan con adaptaciones para personas con discapacidad?**

- Sí
- No

**Sección 3: Condiciones ambientales****10. ¿Cómo califica las siguientes condiciones en los espacios áulicos?**

(Escala de 1 a 5 para cada elemento: 1 = Muy deficiente, 5 = Excelente)

- Iluminación
- Ventilación
- Temperatura
- Nivel de ruido
- Tamaño del aula

**11. ¿Ha experimentado incomodidad debido a las condiciones ambientales en los espacios áulicos? (Opción múltiple)**

- Iluminación insuficiente
- Mala ventilación
- Temperaturas extremas
- Ruidos molestos
- Otros (especifique): (Respuesta corta)



**Sección 4: Impacto en el desempeño académico**

**12. ¿Considera que las condiciones de accesibilidad y ambientales afectan su desempeño académico/laboral? (Escala de 1 a 5: 1 = No afecta, 5 = Afecta significativamente)**

**13. Si respondió que sí, ¿en qué aspectos nota más el impacto? (Selección múltiple)**

- Concentración
- Fatiga
- Rendimiento en tareas
- Otros (especifique): (Respuesta corta)

**14. ¿Qué cambios en las condiciones de accesibilidad o ambientales mejoraría su desempeño académico/laboral? (Respuesta abierta)**

**Sección 5: Propuestas de mejora**

**15. ¿Qué acciones considera prioritarias para mejorar los espacios áulicos? (Selección múltiple)**

- Mejorar la iluminación
- Incorporar sistemas de ventilación eficiente
- Reducir niveles de ruido
- Ampliar accesos para personas con discapacidad
- Otros (especifique): (Respuesta corta)

**16. ¿Desea agregar algún comentario adicional?**

**Anexo 2.** Captura de pantalla de encuesta aplica en línea por GoogleForms



## **Condiciones ambientales y de accesibilidad de los espacios áulicos BICU**

Estimado participante:

Le invitamos a formar parte de un estudio que busca evaluar cómo las condiciones de accesibilidad y el entorno ambiental de los espacios áulicos de BICU influyen en el desempeño académico y laboral. Su opinión es invaluable para identificar áreas de mejora y proponer soluciones que beneficien a nuestra comunidad universitaria.

La encuesta es voluntaria, anónima y sus respuestas serán tratadas con estricta confidencialidad. Le tomará pocos minutos completarla, y puede abandonarla en cualquier momento.

Al aceptar participar, confirma que ha leído y entendido esta información.

¡Gracias por su valiosa colaboración!

**Anexo 3.** Imagen de estudios realizados con Sonómetro



**Anexo 4.** Imagen tomando notas de valores obtenidos en cuanto a los estudios realizados

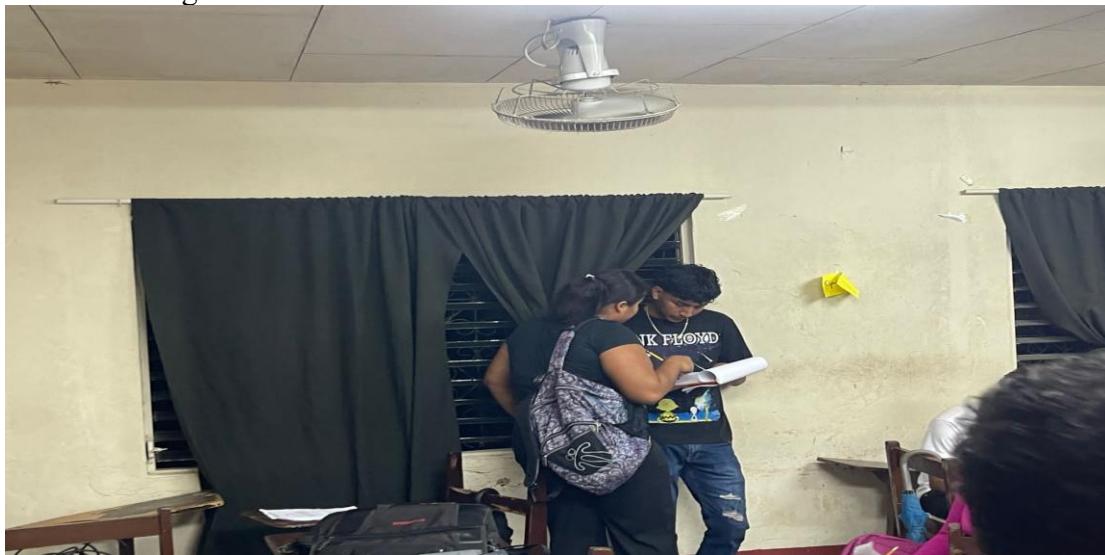


**Anexo 5.** Imagen de estudios realizados en laboratorio

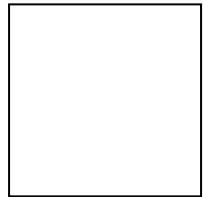


**Anexo 6.** Imagen de estudios realizados



**Anexo 7. Imagen de estudios realizados**

### Anexo 8. Cálculo de Iluminación para Espacios Aulicos en BICU según Normativa NTON 12 006-04



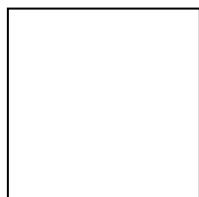
8 m

Área: **52 m<sup>2</sup>**Iluminación requerida según NTON: **700 Lux****Iluminancia: Iluminación/área**

Iluminación: (Iluminancia) X (área)

Iluminancia: (700 lux) X (52 m<sup>2</sup>)**R: 36,400 lm****1 lampara produce 1.600 lúmenes****Iluminación=Rendimiento lumínico X Numero de luminarias**36,400 = 1600 Lm X **Numero de luminarias****Numero de luminarias** = 36,400/1600

22/2 Luminarias

**11 luminarias**

7.86 m

Área: **40.479 m<sup>2</sup>**

Iluminación requerida según NTON:

**Iluminancia: Iluminación/área**

Iluminación: (Iluminancia) X (área)

Iluminancia: (700 lux) X (40.479 m<sup>2</sup>)**R: 28,335.3 lm****1 lampara produce 1.600 lúmenes****Iluminación=Rendimiento lumínico X Numero de luminarias**28,335.3 = 1600 Lm X **Numero de luminarias****Numero de luminarias** = 28,335.3 /1600

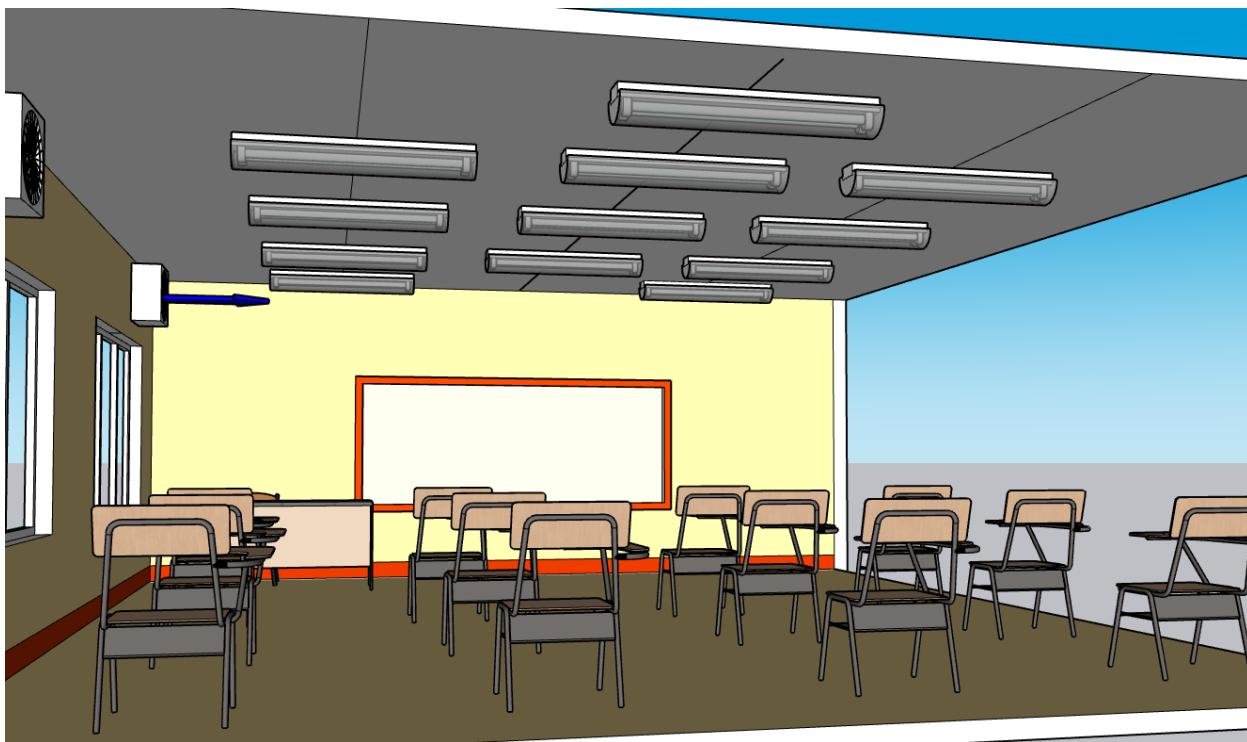
18/2 Luminarias

**9 luminarias**

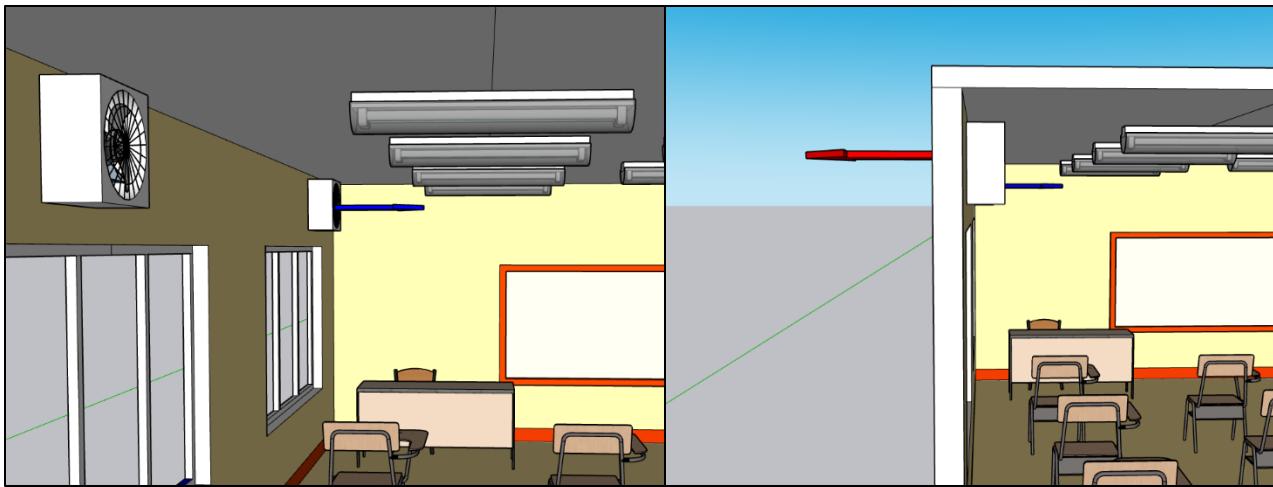
**Anexo 9:** Imagen de aula de clases propuesta según los estándares establecidos



**Anexo 10:** Imagen de aula de clases propuesta según estándares de la OMS (Iluminación)



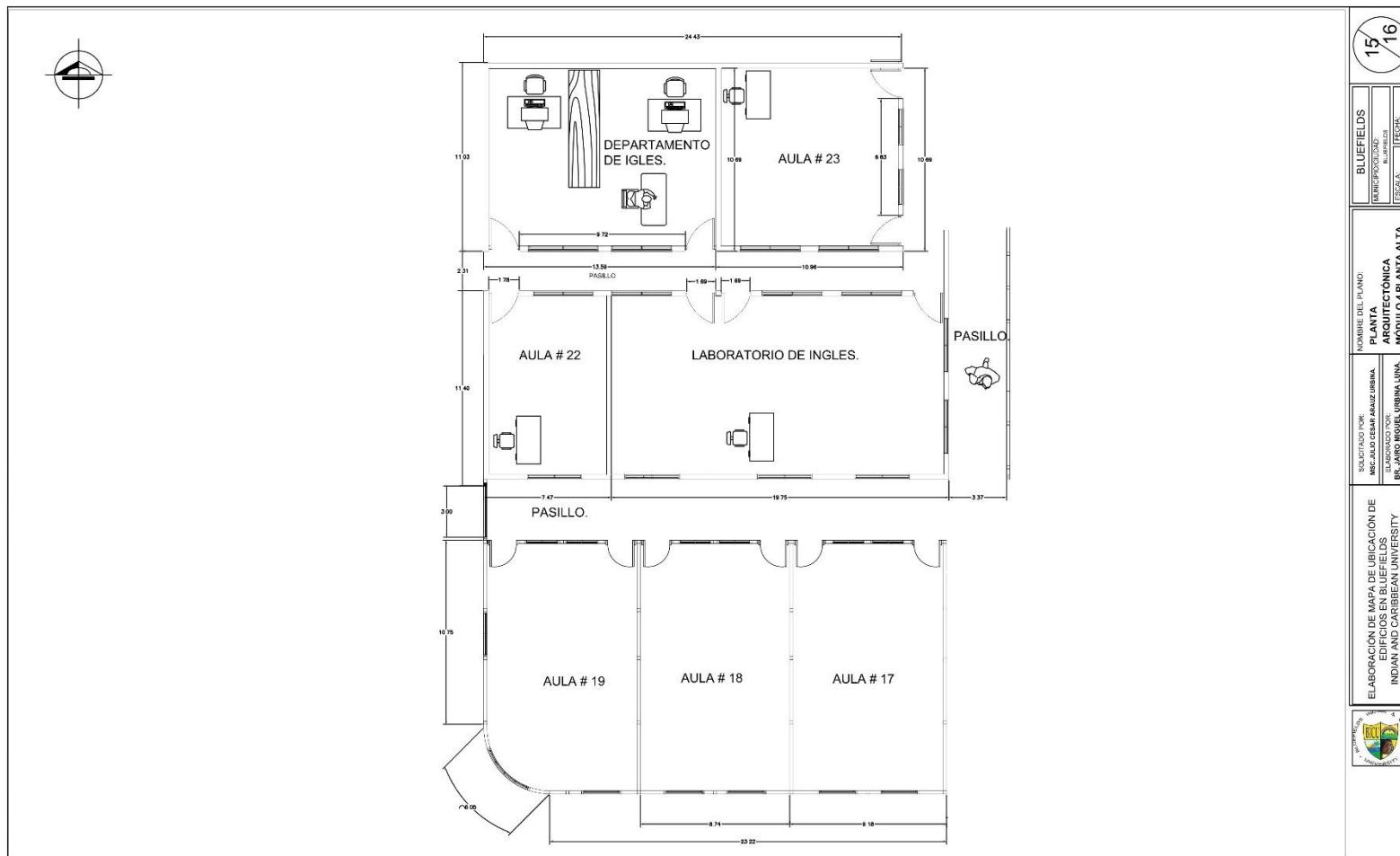
**Anexo 11:** Imagen de aula de clases propuesta en cuanto a ventilación





## DISEÑO DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL

## Anexo 12: Planta arquitectónica actual, Modulo 4 planta alta



**Anexo 13: Planta arquitectónica actual, modulo 4 planta baja**

