

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ingeniería**

Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas

**IMPACTO DEL BIENESTAR TÉRMICO EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES  
DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS  
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN  
UTILIZANDO INTERNET DE LAS COSAS, TACNA - 2025**

**TESIS**

Presentada por:

Bach. Marcell Alessandro Reynoso Flores

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS**

TACNA – PERU

2025

**Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas**

Impacto del bienestar térmico en el rendimiento académico de los estudiantes de la  
Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional  
Jorge Basadre Grohmann utilizando internet de las cosas, Tacna - 2025

Tesis presentada y aprobada el 21 de noviembre del 2025 estando el jurado calificador  
integrado por:

Presidente

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Edgar Aurelio Taya Acosta

Secretario

:

  
\_\_\_\_\_  
Mag. Luis Johnson Paúl Mori Sosa

Vocal

:

  
\_\_\_\_\_  
MSc. Nelson Abraham Pablo Mollo Condori

Asesor

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Edgar Aurelio Taya Acosta

## CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Edgar Aurelio Taya Acosta, en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N° 9605-2025-FAIN/UNJBG de la tesis:

“Impacto del bienestar térmico en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando internet de las cosas, Tacna - 2025”.

Presentado por el Bachiller Marcell Alessandro Reynoso Flores para optar por el título profesional de Ingeniero en Informática y Sistemas.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajo de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del **software de similitud textual** TURNITIN, cuenta con el **nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 9%**. Por lo que, **CERTIFICO LA SIMILITUD** de la tesis enunciado líneas arriba, la cual está expedita para continuar con los trámites para la obtención del Título Profesional según corresponda consiguientemente la publicación en el repositorio institucional.

Dr. Edgar Aurelio Taya Acosta  
DNI: 00509033  
ASESOR



Bach. Marcell Alessandro Reynoso Flores  
DNI: 71031778  
TESISTA



## **DEDICATORIA**

A todos mis seres queridos.

Marcell Alessandro Reynoso Flores

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi asesor el Dr. Edgar Aurelio Taya Acosta, quien me permitió participar del proyecto de investigación “Determinación del Impacto de la Minería de Datos, Social Media, Internet de las Cosas (IOT) y Realidad Aumentada en la Educación Superior Universitaria”, aprobado con Resolución Rectoral N° 13626-2024-UNJBG

Muchas gracias.

## CONTENIDO

|                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| CONTENIDO .....                                               | iv  |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                                        | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                                       | ix  |
| RESUMEN .....                                                 | xi  |
| ABSTRACT .....                                                | xii |
| INTRODUCCIÓN.....                                             | 1   |
| CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                   | 1   |
| 1.1.    Antecedentes del problema a investigar .....          | 1   |
| 1.2.    Descripción del problema.....                         | 4   |
| 1.3.    Formulación del problema.....                         | 4   |
| 1.3.1.    Problema general .....                              | 4   |
| 1.3.2.    Problemas específicos.....                          | 5   |
| 1.4.    Objetivos de la investigación.....                    | 5   |
| 1.4.1.    Objetivo general .....                              | 5   |
| 1.4.2.    Objetivos específicos.....                          | 5   |
| 1.5.    Justificación e importancia de la investigación ..... | 6   |
| 1.6.    Limitaciones .....                                    | 6   |
| 1.7.    Viabilidad del estudio .....                          | 7   |
| 1.8.    Formulación de hipótesis.....                         | 8   |
| 1.8.1.    Hipótesis general .....                             | 8   |
| 1.8.2.    Hipótesis específicas.....                          | 8   |
| 1.9.    Variables .....                                       | 9   |
| 1.9.1.    Variable independiente .....                        | 9   |
| 1.9.2.    Variable dependiente.....                           | 10  |
| 1.10.    Operacionalización de variables.....                 | 10  |

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....                                 | 10 |
| 2.1.    Antecedentes del trabajo de investigación .....        | 10 |
| 2.1.1.    Antecedentes internacionales .....                   | 10 |
| 2.1.2.    Antecedentes nacionales.....                         | 12 |
| 2.2.    Bases teóricas .....                                   | 13 |
| 2.2.1.    Internet de las Cosas .....                          | 13 |
| 2.2.2.    Análisis de datos.....                               | 14 |
| 2.3.    Definiciones conceptuales .....                        | 15 |
| CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO.....                           | 18 |
| 3.1.    Planteamiento metodológico .....                       | 18 |
| 3.2.    Población y muestra .....                              | 19 |
| 3.3.    Equipos y Materiales .....                             | 19 |
| 3.3.1.    Recursos humanos .....                               | 19 |
| 3.3.2.    Recursos materiales .....                            | 19 |
| 3.3.3.    Recursos financieros.....                            | 22 |
| 3.4.    Procedimiento de las pruebas experimentales .....      | 24 |
| 3.5.    Técnicas de recolección de datos.....                  | 26 |
| 3.6.    Técnicas para el procesamiento de datos.....           | 27 |
| CAPÍTULO IV RESULTADOS .....                                   | 30 |
| 4.1.    Descripción de las pruebas experimentales .....        | 30 |
| 4.2.    Presentación y análisis de los resultados .....        | 35 |
| 4.3.    Contrastación de hipótesis .....                       | 48 |
| CAPÍTULO V DISCUSIÓN .....                                     | 62 |
| 5.1.    Pruebas de validación del modelo experimental .....    | 62 |
| 5.2.    Aplicación de la tecnología encontrada.....            | 66 |
| 5.3.    Contraste con trabajos de investigación similares..... | 67 |
| CONCLUSIONES.....                                              | 69 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| RECOMENDACIONES .....            | 71 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... | 73 |
| ANEXOS .....                     | 73 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                 |                                                                               |    |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1</b>  | Operacionalización de variables .....                                         | 10 |
| <b>Tabla 2</b>  | Modelo cuasiexperimental de la investigación .....                            | 18 |
| <b>Tabla 3</b>  | Recursos humanos .....                                                        | 19 |
| <b>Tabla 4</b>  | Recursos materiales .....                                                     | 20 |
| <b>Tabla 5</b>  | Recursos financieros .....                                                    | 23 |
| <b>Tabla 6</b>  | Criterios para la clasificación del bienestar térmico .....                   | 26 |
| <b>Tabla 7</b>  | Estructura de la tabla “Resultados” .....                                     | 28 |
| <b>Tabla 8</b>  | Programación de las pruebas experimentales .....                              | 30 |
| <b>Tabla 9</b>  | Escala ASHRAE 55 de sensación térmica .....                                   | 43 |
| <b>Tabla 10</b> | Prueba de normalidad del bienestar térmico .....                              | 48 |
| <b>Tabla 11</b> | Prueba de igualdad de varianza .....                                          | 49 |
| <b>Tabla 12</b> | Regresión lineal entre temperatura y humedad con evaluación.....              | 50 |
| <b>Tabla 13</b> | Resultados de ANOVA individuales: temperatura y humedad .....                 | 50 |
| <b>Tabla 14</b> | Resultados de coeficientes individuales: temperatura y humedad.....           | 50 |
| <b>Tabla 15</b> | Correlación de Pearson entre temperatura y humedad con evaluación .....       | 51 |
| <b>Tabla 16</b> | Resultados correlación Pearson: temperatura y humedad .....                   | 51 |
| <b>Tabla 17</b> | Kendall y Spearman entre temperatura y humedad con evaluación .....           | 52 |
| <b>Tabla 18</b> | Regresión cuadrática múltiple: temperatura y humedad con evaluación.....      | 53 |
| <b>Tabla 19</b> | Regresión lineal: temperatura de piel, frecuencia cardiaca y evaluación ..... | 53 |
| <b>Tabla 20</b> | Coeficientes: temperatura de piel y frecuencia cardiaca.....                  | 54 |
| <b>Tabla 21</b> | Pearson: temperatura de piel, frecuencia cardiaca y evaluación.....           | 54 |
| <b>Tabla 22</b> | Correlación Kendall: temperatura de piel y frecuencia cardiaca .....          | 55 |
| <b>Tabla 23</b> | Correlación Spearman: temperatura de piel y frecuencia cardiaca.....          | 55 |
| <b>Tabla 24</b> | Resultados regresión cuadrática.....                                          | 56 |
| <b>Tabla 25</b> | Estadísticas de grupo Prueba T de Student para muestras independientes ....   | 57 |
| <b>Tabla 26</b> | Resultados en SPSS de prueba T de Student .....                               | 57 |
| <b>Tabla 27</b> | Resultados resumen prueba T de Student .....                                  | 57 |
| <b>Tabla 28</b> | Resultados modelo de regresión lineal .....                                   | 58 |
| <b>Tabla 29</b> | Resultados ANOVA individuales .....                                           | 58 |
| <b>Tabla 30</b> | Coeficientes individuales del modelo de regresión lineal.....                 | 59 |
| <b>Tabla 31</b> | Agrupación de variables por clústeres en SPSS.....                            | 59 |
| <b>Tabla 32</b> | Agrupación por clústeres final .....                                          | 60 |

|                 |                                                            |    |
|-----------------|------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 33</b> | Resultados del modelo ANOVA de un factor en clústeres..... | 60 |
| <b>Tabla 34</b> | Calificaciones de los jueces del instrumento 01 .....      | 65 |
| <b>Tabla 35</b> | Calificaciones de los jueces del instrumento 02 .....      | 65 |
| <b>Tabla 36</b> | Calificaciones de los jueces del instrumento 03 .....      | 66 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> Estructura del kit ambiental .....                        | 21 |
| <b>Figura 2</b> Estructura del kit corporal.....                          | 22 |
| <b>Figura 3</b> Estudiantes con el kit corporal.....                      | 31 |
| <b>Figura 4</b> Desarrollo de la prueba experimental .....                | 32 |
| <b>Figura 5</b> Sistema web - Variables corporales .....                  | 33 |
| <b>Figura 6</b> Visualización de datos durante las pruebas.....           | 33 |
| <b>Figura 7</b> Ubicaciones de los kits ambientales.....                  | 34 |
| <b>Figura 8</b> Evidencia de las pruebas experimentales.....              | 35 |
| <b>Figura 9</b> Distribución de la temperatura.....                       | 36 |
| <b>Figura 10</b> Distribución de humedad .....                            | 36 |
| <b>Figura 11</b> Distribución de temperatura de piel .....                | 37 |
| <b>Figura 12</b> Distribución de frecuencia cardiaca.....                 | 38 |
| <b>Figura 13</b> Distribución de notas de la evaluación .....             | 39 |
| <b>Figura 14</b> Correlación entre temperatura con evaluación.....        | 40 |
| <b>Figura 15</b> Correlación entre humedad y evaluación.....              | 40 |
| <b>Figura 16</b> Correlación entre temperatura de piel y evaluación.....  | 41 |
| <b>Figura 17</b> Correlación entre frecuencia cardiaca y evaluación ..... | 42 |
| <b>Figura 18</b> Gráfico de respuestas de pregunta N° 01 .....            | 43 |
| <b>Figura 19</b> Gráfico de respuestas de pregunta N° 02 .....            | 44 |
| <b>Figura 20</b> Dashboard de pregunta N° 03 .....                        | 45 |
| <b>Figura 21</b> Dashboard de pregunta N° 04 .....                        | 46 |
| <b>Figura 22</b> Dashboard de pregunta N° 05 .....                        | 46 |
| <b>Figura 23</b> Dashboard de pregunta N° 06 .....                        | 47 |
| <b>Figura 24</b> Evidencias de calibración de instrumentos .....          | 62 |
| <b>Figura 25</b> Evidencias de calibración de instrumento ambiental.....  | 63 |
| <b>Figura 26</b> Evidencias de calibración de instrumento corporal .....  | 64 |
| <b>Figura 27</b> Kit ambiental en campo .....                             | 97 |
| <b>Figura 28</b> Kit corporal en campo.....                               | 97 |
| <b>Figura 29</b> Dashboard Pregunta N° 01 .....                           | 98 |
| <b>Figura 30</b> Dashboard Pregunta N° 02 .....                           | 98 |
| <b>Figura 31</b> Dashboard Pregunta N° 03.....                            | 99 |
| <b>Figura 32</b> Dashboard Pregunta N° 04.....                            | 99 |

|                  |                                                     |     |
|------------------|-----------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 33</b> | Dashboard Pregunta N° 05.....                       | 100 |
| <b>Figura 34</b> | Dashboard Pregunta N° 06.....                       | 100 |
| <b>Figura 35</b> | Dashboard Análisis histórico datos ambientales..... | 101 |
| <b>Figura 36</b> | Dashboard Análisis histórico datos corporales ..... | 101 |
| <b>Figura 37</b> | Evidencias pruebas experimentales - 1 .....         | 109 |
| <b>Figura 38</b> | Evidencias pruebas experimentales - 2 .....         | 109 |
| <b>Figura 39</b> | Evidencias pruebas experimentales - 3 .....         | 110 |
| <b>Figura 40</b> | Evidencias pruebas experimentales - 4 .....         | 110 |
| <b>Figura 41</b> | Evidencias pruebas experimentales - 5 .....         | 111 |
| <b>Figura 42</b> | Evidencias pruebas experimentales - 6 .....         | 111 |
| <b>Figura 43</b> | Evidencias pruebas experimentales - 7 .....         | 112 |
| <b>Figura 44</b> | Evidencias pruebas experimentales - 8 .....         | 112 |
| <b>Figura 45</b> | Evidencias pruebas experimentales - 9 .....         | 113 |
| <b>Figura 46</b> | Evidencias pruebas experimentales - 10 .....        | 113 |
| <b>Figura 47</b> | Evidencias pruebas experimentales - 11 .....        | 114 |
| <b>Figura 48</b> | Evidencias pruebas experimentales - 12 .....        | 114 |
| <b>Figura 49</b> | Evidencias pruebas experimentales - 13 .....        | 115 |

## RESUMEN

La sensación de satisfacción con el ambiente térmico, mejor conocido como bienestar térmico, es uno de los factores clave en el desempeño de la educación universitaria. Este estudio explora como el bienestar térmico impacta en el rendimiento académico. La muestra utilizada fue de 52 estudiantes, pertenecientes a todo el primer ciclo de la carrera de Informática y Sistemas de la UNJBG. Los estudiantes, en grupos de cinco, desarrollaron una evaluación, mientras un conjunto de circuitos de Internet de las Cosas midió sus datos y los envió a una base de datos. Se desarrolló un sistema web para el monitoreo de datos en tiempo real, y la pronta detección de fallos en los sensores. Al finalizar la evaluación, los estudiantes completaron un cuestionario de percepción térmica, con el objetivo de recolectar también el bienestar térmico por el lado subjetivo de cada estudiante. Se recolectaron dos tipos de datos: ambientales y corporales. Por el lado ambiental se midió la temperatura y la humedad. Por otro lado, corporalmente se midió la temperatura de piel y la frecuencia cardiaca. Los resultados se clasificaron con un análisis de conglomerados de k medias ( $k=3$ ) en el SPSS. Luego se realizó una comparación de medias con el modelo ANOVA de un factor donde se obtuvo un valor de significancia alto ( $p=0,038$ ). Los resultados sugieren que el bienestar térmico, como un constructo global impacta significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes.

**Palabras clave:** Rendimiento académico, bienestar térmico, Internet de las Cosas, análisis de datos, MySQL, Power BI,

## ABSTRACT

Thermal comfort, or the feeling of satisfaction with the thermal environment, is one of the key factors in academic performance in college. This study explores how thermal comfort impacts academic performance. The sample consisted of 52 students from the first year of the Computer Science and Systems degree program at UNJBG. In groups of five, the students developed an evaluation while a set of Internet of Things circuits measured and sent their data to a database. A web-based system was developed to monitor data in real time and detect sensor faults early. At the end of the evaluation, the students completed a thermal perception questionnaire to collect data on each student's subjective perception of thermal comfort. Two types of data were collected: environmental and body. Environmental data included temperature and humidity measurements. Body temperature and heart rate were also measured. The results were classified using a K-means cluster analysis ( $K = 3$ ) in SPSS. Then, a comparison of means was performed using the one-factor ANOVA model, which yielded a high significance value ( $p = 0.038$ ). These results suggest that thermal well-being has a significant impact on students' academic performance.

**Keywords:** Academic performance, thermal comfort, Internet of Things, data analytics, MySQL, Power BI

## INTRODUCCIÓN

La educación universitaria es uno de los pilares más importantes de nuestra sociedad, permite educar y capacitar a los profesionales que llevan una vida digna, es por ello que resaltó la importancia de investigar uno de los factores más importantes y poco estudiados que impactan en el rendimiento y la capacidad de toma de decisiones y resolución de problemas, el bienestar térmico. Esta investigación demostrará el impacto que tiene el bienestar térmico en el rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de Informática y Sistemas de la UNJBG, mediante una metodología detallada a través de este trabajo de investigación.

En el capítulo I, se presenta el problema general, los objetivos de la investigación, justificación, limitaciones, viabilidad, formulación de hipótesis y también se presentarán las variables involucradas en la investigación.

En el capítulo II, se abordan los conceptos clave que se utilizaron para desarrollar esta investigación, se conocerán las investigaciones previas que investigaron temas similares, las bases teóricas y las definiciones conceptuales claves y concisas utilizadas en la presente investigación.

En el capítulo III, se presenta el marco metodológico, donde se detalla todo el proceso de las pruebas experimentales, la población, la muestra, los materiales utilizados, y el análisis realizado con los datos obtenidos. También se describe la organización interna de las pruebas y todos los detalles de los materiales y procedimientos utilizados en las pruebas experimentales.

En el capítulo IV, presento los resultados obtenidos gracias a las técnicas de análisis y procesamiento de datos mencionadas en el capítulo anterior. Además, los resultados se contrastan con las hipótesis planteadas previamente, y se validan y demuestran estadísticamente.

En el capítulo V se discuten los resultados de las pruebas, se demuestran los procesos que validaron los modelos utilizados en la investigación y se contrastan los resultados de esta investigación con los resultados de las investigaciones citadas previamente. Finalmente, el informe presenta las conclusiones, además de unas recomendaciones obtenidas gracias a la experiencia de aplicar este trabajo y las respectivas referencias utilizadas.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Antecedentes del problema a investigar**

La educación universitaria en el Perú es un factor determinante en el desarrollo del país, ya que permite la formación de los ciudadanos con las habilidades y competencias necesarias para el progreso en la sociedad. Es por esto por lo que, considero importante estudiar, analizar y determinar los diversos factores que pueden afectar en la calidad del aprendizaje y el rendimiento académico de los alumnos.

En una investigación realizada en Colombia (Contreras et al., 2023) también identificó la necesidad de explorar los factores que inciden en la educación, en este caso y a diferencia de esta investigación, Contreras enfocó el estudio en la educación escolar, la cual, según su investigación, se ve afectada por dos variables de contexto interesantes: las condiciones de iluminación y la temperatura en las escuelas. Según Contreras, “el mayor reto al que se debe enfrentar el sistema educativo colombiano es incrementar sus niveles de calidad.” Lo cual resalta e incrementa la importancia del estudio de los factores externos que afecten negativamente al rendimiento académico de los estudiantes. Finalmente, su investigación reveló que las condiciones físico-ambientales inadecuadas en escuelas pueden reducir el puntaje promedio de los estudiantes en 15 puntos y aumentar en un 10% la probabilidad de obtener un desempeño por debajo del nivel básico.

La importancia que tiene el ambiente educativo es clave en el rendimiento académico y el proceso de aprendizaje de los estudiantes. En México, se identificó este aspecto y se realizó una investigación a los estudiantes de la Facultad de Medicina y Cirugía de la Universidad Regional del Sureste. “Este estudio apertura para identificar áreas de fortaleza y debilidad sobre las que hay que trabajar para conseguir una mejora en la calidad educativa.” (Eliseo Murguía-Trinidad et al., 2020). Esa investigación concluyó con que la percepción que los estudiantes tienen del ambiente donde realizan sus estudios puede ejercer un impacto significativo sobre la efectividad del aprendizaje, el progreso académico y la sensación de bienestar

Dentro de los factores que influyen el rendimiento académico, la presente investigación consideró la temperatura, pero en un estudio realizado en el estado de Nuevo León, México consideraron la temperatura y la calidad del aire. (Francisco Javier Barreto Trujillo et al., 2017). En esa investigación se analizó la influencia del clima escolar en el rendimiento académico de los estudiantes de una preparatoria pública. Para medir el rendimiento obtuvieron los promedios generales de los alumnos reportados por la institución y la calificación auto percibida por el estudiante. Para encontrar la relación entre el clima y el promedio general se llevó a cabo una regresión lineal. Se destaca también factores como la iluminación, la ventilación y la temperatura del aula, ya que estos influyen significativamente en la capacidad de aprendizaje y concentración de los alumnos. El resultado de esta investigación puede deberse a la metodología definida para obtener la relación de los factores. “Esto puede tener su origen debido a que los alumnos se les ha instruido el aprendizaje por competencias, motivándolos a ser autosuficientes y dotándoles de un papel activo en las calificaciones.” (Francisco Javier Barreto Trujillo et al., 2017).

A nivel nacional, se realizó un estudio sobre los efectos de los shocks de temperatura durante la niñez y cómo estos afectan el rendimiento escolar. “Cada shock de calor incrementa el puntaje de los estudiantes en regiones de clima frío, pero lo reduce en regiones de clima caliente.” (Liao et al., 2025). Esta investigación evaluó cómo las variaciones extremas de temperatura durante la gestación y la niñez afectaron el rendimiento académico en estudiantes peruanos de segundo grado de primaria. Este estudio también resaltó que los aspectos más importantes a tomar en cuenta en el contexto de estudio son: pobreza, dependencia agrícola, servicios de salud y geografía. Pobreza, debido a que el 40% de la población rural del Perú se encuentra en situación de pobreza, mientras que el otro 40% en vulnerabilidad. Dependencia agrícola, debido a que en Perú la diversificación de economías rurales aún está en proceso, por lo que las actividades no agrícolas son pocas y la familia al no contar con una diversificación de actividades se agrava con el shock del calor. Servicios de salud, ya que en muchos casos el nivel de atención es bajo e incluso nulo debido a la ubicación, la organización del sistema de salud o la capacidad de médicos. Y geografía, dado que la incidencia de shocks climáticos se incrementa por la coyuntura actual. Finalmente, los resultados sugieren que exposiciones a temperaturas altas o inusualmente bajas pueden tener efectos negativos en el desempeño escolar posterior. (Liao et al., 2025).

## **1.2. Descripción del problema**

“Los factores externos que influyen en el aprendizaje, son de mucha importancia en el que hacer educativo.” (Issac Hernández-Velásquez, 2022). Las investigaciones mencionadas anteriormente han demostrado que factores como la temperatura o la humedad en los espacios educativos pueden afectar la concentración, la retención de información y el rendimiento académico en los estudiantes. Asimismo, las condiciones fisiológicas del alumno, tales como la temperatura de la piel o el ritmo cardíaco, pueden influir en su capacidad de mantener la atención y procesar información de manera eficiente. La exposición a temperaturas anómalas puede generar efectos adversos en el desempeño cognitivo.

En el estudio que se realizó en Perú (Liao et al., 2025) evidencia que temperaturas anómalas pueden causar fatiga, incomodidad térmica y distracción, mientras que temperaturas bajas pueden reducir la agilidad mental y afectar la memoria.

A pesar de la relevancia de estas variables, en el contexto universitario peruano aún son pocas las investigaciones que analicen su impacto específico en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios. En el ámbito local, en la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann no se cuenta con estudios previos que evalúen de manera cuantitativa la relación entre las condiciones ambientales y corporales con el proceso de aprendizaje.

Esta falta de evidencia científica deja un vacío de conocimiento en cuanto a la influencia de estos factores en el desempeño del aprendizaje de los estudiantes, lo cual limita la posibilidad de implementar estrategias para optimizar las condiciones de estudio y mejorar los resultados académicos, que es el objetivo principal de las universidades en el Perú.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo impacta el bienestar térmico en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025?

### **1.3.2. Problemas específicos**

¿Cómo impacta la temperatura y la humedad en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025?

¿Cómo impacta la temperatura de piel y la frecuencia cardiaca en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025?

¿Cómo es la diferencia del rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025 según la presencia o ausencia de bienestar térmico?

## **1.4. Objetivos de la investigación**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar el impacto del bienestar térmico en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

Determinar el impacto de la temperatura y la humedad en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025.

Determinar el impacto de la temperatura de piel y la frecuencia cardiaca en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025.

Comparar el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre

Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025 según la presencia o ausencia de bienestar térmico.

### **1.5. Justificación e importancia de la investigación**

En el contexto tecnológico actual, el avanzado uso del Internet de las Cosas permite realizar un seguimiento en tiempo real de las condiciones ambientales y corporales que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes.

La importancia de esta investigación radica principalmente en que aborda un problema poco estudiado en el contexto universitario peruano, aunque existen estudios que han analizado la influencia de las condiciones ambientales en el aprendizaje escolar, también existe una brecha en la literatura con respecto al impacto del bienestar térmico en el rendimiento académico en el ámbito universitario, quienes enfrentan mayores exigencias cognitivas y mayor nivel de estrés.

Esta investigación contribuirá también a ampliar el conocimiento sobre el impacto entre el bienestar térmico y el rendimiento académico en la educación superior, permitiendo la formulación de estrategias para optimizar los entornos de estudio y mejorar la calidad educativa, además, los resultados podrán servir como base para futuras investigaciones que profundicen aún más esa temática.

En el contexto tecnológico, el uso de sensores con Internet de las Cosas facilita la identificación de patrones que influyen en el desempeño de los estudiantes, lo cual abre la posibilidad de desarrollar sistemas de monitoreo en tiempo real para mejorar la infraestructura de los espacios de aprendizaje.

En el contexto universitario, los resultados de esta investigación podrán ser utilizados por personal administrativo de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, con el objetivo de tomar decisiones informadas y realizar acciones sobre la importancia de la adecuación de los espacios de estudio para los estudiantes. Por otro lado, los resultados de esta investigación podrán ser utilizados a futuro por otros estudiantes como base de referencia en trabajos futuros.

### **1.6. Limitaciones**

El desarrollo de la presente investigación presentó limitaciones que si bien, no comprometieron la validez de los resultados, sí representaron retos relevantes en el desarrollo de las pruebas experimentales.

La principal limitación de la investigación radicó en el alcance poblacional. Si bien en un escenario ideal la investigación podría haberse aplicado a toda la población de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, la restricción del presupuesto exigió centrar el estudio en un grupo más accesible, es por ello por lo que se optó por utilizar la muestra por conveniencia conformada por los estudiantes del primer ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas. Esta decisión facilitó el acceso a la información académica y la disposición de los docentes asesores permitió una adecuada coordinación con los grupos estudiantes evaluados.

La siguiente limitación fue logística, ya que las pruebas experimentales se programaron durante el horario de clases con el objetivo de asegurar la mayor asistencia posible. Debido a la cantidad limitada de sensores y microcontroladores disponibles, fue necesario trabajar con grupos reducidos de alumnos, lo que implicó un mayor número de sesiones para completar la muestra establecida. Esta modalidad, permitió mayor control sobre las condiciones de cada sesión, pero también estuvo condicionada por la disponibilidad horaria de los estudiantes y la asignación de salones para cada evaluación.

Si bien se contó con material mínimo suficiente para la ejecución del estudio, se identificó como limitación la imposibilidad de contar con sensores individuales para cada estudiante. Disponer de más microcontroladores, sensores y baterías habría permitido optimizar la recolección de datos y reducir el desgaste de los dispositivos, pero ello hubiera requerido una inversión adicional no contemplada dentro del presupuesto, representando así una limitación más en el contexto académico.

### **1.7. Viabilidad del estudio**

Esta investigación presentó una alta viabilidad tanto técnica como operativamente, gracias a la disponibilidad de los recursos y al compromiso de los estudiantes participantes de las pruebas experimentales. Viabilidad técnica, todos los componentes y sensores estuvieron al alcance del presente investigador, estos componentes fueron ensamblados, programados y validados mediante prueba y error previamente por el propio investigador, lo cual aseguró su correcto funcionamiento durante la mayor parte de las sesiones experimentales.

En cuanto a la disponibilidad operativa, la base de datos alojada en el servidor universitario estuvo disponible durante todas las pruebas experimentales, lo que permitió

un funcionamiento excelente de los circuitos mediante el envío de datos constante y garantizó la integridad de los datos almacenados.

Además, la investigación se ajustó a un presupuesto financiado con los recursos propios del presente investigador, la adquisición de materiales fue planificada para reducir gastos innecesarios, además de utilizar herramientas de software gratuitas para la construcción del software utilizado.

## **1.8. Formulación de hipótesis**

### **1.8.1. Hipótesis general**

Ho: El bienestar térmico no impacta significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025.

H1: El bienestar térmico impacta significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025.

### **1.8.2. Hipótesis específicas**

La temperatura y la humedad impactan significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025.

La temperatura de piel y la frecuencia cardiaca impactan significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025.

Existe una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025 según la presencia o ausencia del bienestar térmico.

## **1.9. Variables**

### **1.9.1. Variable independiente**

Bienestar térmico:

(International Organization for Standardization, 1994). La norma ISO 7730 define el bienestar térmico como: “Aquella condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico.” En esta norma se establecen los principales indicadores que intervienen en su evaluación, tales como la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del aire.

(Martínez García, 2020) en su ficha informativa, define bienestar térmico como: “Manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con el ambiente térmico existente. Se puede decir que existe confort térmico cuando las condiciones de temperatura y humedad son favorables a la actividad que desarrollan”. También menciona que, dentro de las variables modificables del bienestar térmico, se encuentra la temperatura y la humedad; pero también considera tener en cuenta las sensaciones de las personas y su importante carga subjetiva.

(Van Paassen, 2004) Profesor y doctor de la universidad técnica de Delft retoma la definición propuesta por la norma ISO 7730 para el bienestar térmico, pero amplía su comprensión al incluir la evaluación de la temperatura de la piel y el flujo sanguíneo, como parte del proceso fisiológico generado por los latidos del corazón para la regulación térmica del cuerpo humano

En base a estas definiciones, el bienestar térmico en esta investigación puede definirse como una variable independiente compuesta por dos dimensiones principales: la ambiental, que considera factores externos como la temperatura y la humedad; y la corporal, que contempla las respuestas fisiológicas del organismo. Los indicadores empleados para esta operacionalización se sustentan en los autores citados.

### 1.9.2. Variable dependiente

Rendimiento académico:

“El rendimiento académico es el indicador del nivel de educación que se le asigna al estudiante, brindándole la oportunidad de demostrar sus capacidades, habilidades y competencias.” (Paredes-Robles et al., 2023)

### 1.10. Operacionalización de variables

**Tabla 1**

Operacionalización de variables

| Variable                 | Dimensiones  | Indicadores         | Escala                   |
|--------------------------|--------------|---------------------|--------------------------|
| Bienestar<br>técnico     | Ambiental    | Temperatura         | Grados Celsius (C°)      |
|                          |              | Humedad             | Porcentaje (%)           |
|                          | Corporal     | Temperatura de piel | Grados Celsius (C°)      |
|                          |              | Frecuencia cardíaca | Latidos por minuto (lpm) |
| Rendimiento<br>académico | Conocimiento | Evaluación          | Nota entre 0 al 20       |

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del trabajo de investigación

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

(Jiang et al., 2019) desarrollaron una investigación para medir, lo que se conoce como *thermal comfort* (TC) el impacto que tiene en el aprendizaje de los estudiantes. En este estudio, se utilizó una muestra de 25 estudiantes escogidos de manera al azar y asignados a diferentes condiciones de temperatura en una oficina. La temperatura oscilaba entre los rangos de 25 a 30 grados Celsius, o de 30 a 25 grados Celsius. Para modificar la temperatura se utilizó una combinación de calentadores y aire acondicionado sobre una sesión de 1.25 horas. El objetivo de los participantes fue aprender videos tutoriales y resolver una prueba de cada tutorial. Los resultados sugieren que, (1) cambiar la temperatura de la habitación unos pocos grados Celsius puede impactar significativamente en el TC de los estudiantes; (2) la relación entre el TC y el aprendizaje presenta una curva U invertida; (3) el TC puede ser predicho automáticamente utilizando cámaras infrarrojas y, (4) la predicción del TC a partir de una cámara web es muy difícil, solo se encontró resultados limitados en los rasgos faciales de los estudiantes.

(Ramli et al., 2018) realizaron un estudio para explorar los factores ambientales y fisiológicos que afectan el confort humano, enfocándose especialmente en la insolación de la ropa y la tasa metabólica de los estudiantes, así como el desarrollo de la temperatura radiante promedio, la humedad y el movimiento del aire con el fin de obtener el nivel de confort de los estudiantes en clase. El nivel de confort se detectó utilizando ASHRAE 55 para determinar la respuesta media de sensación térmica a través del PMV (Predicted Mean Vote). En este estudio se desarrolló una aplicación Android para leer el grosor de la ropa y la tasa metabólica, para así obtener los inputs de los factores fisiológicos, la temperatura, la humedad y el movimiento del aire fue medido a través de sensores estáticos en un salón de clase. Se concluyó que cuando la temperatura del aula estaba entre 22 y 24 grados Celsius, se alcanzaba un confort térmico óptimo; además se confirmó que la combinación de factores ambientales y fisiológicos afectan significativamente la sensación térmica de los estudiantes.

(Fretes et al., 2024) en su investigación “*Exploring classroom temperature and humidity on students’ emotions through IoT and image processing*”, tuvieron como

objetivo investigar la relación entre la temperatura y la humedad del aula con las emociones básicas de los estudiantes, ese estudio recopiló datos de los estudiantes cada 10 minutos durante 4 semanas en una escuela secundaria en España y analizó las emociones con reconocimiento facial. “Los resultados sugieren que las altas temperaturas registradas están asociadas con respuestas emocionales entre los estudiantes.” Se concluyó que las temperaturas elevadas, fuera del rango óptimo de 22 °C a 25.6 °C, se relacionan con respuestas emocionales negativas en los estudiantes, lo cual afecta indirectamente su bienestar y potencialmente su aprendizaje.

(Navarrete-Sánchez et al., 2025) en su investigación *"IoT-Based Classroom Temperature Monitoring and Missing Data Prediction Using Raspberry Pi and ESP32"* centró su investigación en monitorizar la temperatura para optimizar las condiciones del aula, mejorando la comodidad y el rendimiento de los estudiantes al proporcionar datos sobre la dinámica de la temperatura y garantizar la fiabilidad mediante algoritmos para gestionar los datos faltantes. El sistema utilizó un ESP32 como microcontrolador central y recibió temperatura de sensores DS18B20, los cuales fueron configurados para detectar y transmitir las medidas, de esta manera la data fue enviada por una red local Wi-Fi para su monitoreo y análisis en tiempo real. El sistema demostró la viabilidad de la monitorización de la temperatura y también se destacó en su potencial para mejorar entornos de aprendizaje optimizando las condiciones de los salones.

(Haverinen-Shaughnessy & Shaughnessy, 2015) en su investigación “Effects of Classroom Ventilation Rate and Temperatura on Students’s Test Scores” analizaron el efecto de la tasa de ventilación y la temperatura en los puntajes académicos de estudiantes de una escuela primaria en Estados Unidos. El estudio incluyó a un total de 3109 estudiantes de quinto grado en 140 aulas, empleando modelos multinivel y mediciones reales de calidad del aire interior. En la investigación se señaló que “Las puntuaciones medias de los alumnos en matemáticas aumentaron hasta once puntos (0,5%) por cada litro por segundo de la tasa de ventilación dentro del intervalo de 0,9-7,1 l/s por persona.” Hubo un aumento adicional de 12-13 puntos por cada disminución de 1°C de temperatura dentro del rango observado de 20-25°C. Los resultados de su investigación concluyeron que mantener una ventilación y un confort térmico adecuado en las aulas podría mejorar significativamente el rendimiento académico de los estudiantes.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

A nivel nacional no se encontraron investigaciones que aborden directamente el bienestar térmico en el aprendizaje de los estudiantes universitarios, pero las investigaciones citadas, demuestran que algún factor externo perteneciente al clima o a los factores fisiológicos de los estudiantes, afectan significativamente en el desempeño académico.

Chire (2022) en su investigación *El clima del aula y el aprendizaje*, tuvo el objetivo de ‘describir como un buen clima de aula promueve el desarrollo de aprendizajes significativos en los niños de primaria’, se utilizó una muestra de niños que están cursando la educación primaria, llegando a la conclusión de que un buen clima de aula promueve el desarrollo de aprendizajes significativos en los niños de primaria, ya que un ambiente agradable mejora el bienestar necesario para aprender.

(Bejarano, 2022), en su investigación "*Desarrollo de un sistema de monitoreo remoto de signos vitales: pulso, temperatura y saturación de oxígeno para pacientes con tratamiento domiciliario empleando cloud computing*", tuvieron como objetivo desarrollar un sistema de monitoreo remoto que mide signos vitales como pulso, temperatura y saturación de oxígeno en pacientes con tratamiento domiciliario empleando cloud computing. El sistema permite la medición en tiempo real de estos parámetros, facilitando la supervisión médica a distancia y reduciendo la necesidad de visitas domiciliarias y estancias hospitalarias.

Pastor & Yana (2024) , en su investigación "*Relación entre el clima del aula y el rendimiento académico en estudiantes de primaria*", tuvieron como objetivo explorar la relación entre el clima de aula y el rendimiento académico en estudiantes de primaria. Utilizaron una muestra de 305 estudiantes de una escuela pública de Tarapoto, Perú, y concluyeron que un ambiente de aprendizaje favorable se asocia con un mejor rendimiento académico.

Rojas et al.(2021) en su investigación *Conciencia ecológica en el aprendizaje de los alumnos de los alumnos del nivel de primaria de la I.E.E N.º 20821 “Luis Fabio Xammar Jurado” Santa María, durante el año escolar 2018*, tuvo el objetivo de determinar la influencia que ejerce la conciencia ecológica en el aprendizaje de los alumnos del nivel de primaria de la I.E.E. N.º 20821 “Luis Fabio Xammar Jurado”, se utilizó una muestra de 60 alumnos del 4º, 5º y 6º grado de primaria matriculados en el

año escolar 2018, se pudo comprobar que la conciencia ecológica tiene una gran influencia en el aprendizaje de los estudiantes.

(Hinostroza, 2022), en su investigación "*Red de sensores inalámbricos para el monitoreo de variables ambientales en la conservación de patrimonio cultural*", tuvo como objetivo diseñar e implementar una red de sensores inalámbricos para el monitoreo remoto de las condiciones ambientales de objetos del patrimonio cultural adecuado al contexto de su conservación en el Perú. En conclusión, la implementación de estos sensores permitió la recolección continua de datos ambientales, facilitando la toma de decisiones para la conservación preventiva de bienes culturales.

Yampara, (2023) , en su tesis "*Diseño de un sistema de monitorización de signos vitales utilizando tecnología inalámbrica para telemedicina*", tuvo como objetivo aplicar la telemedicina para un sistema de monitorización de signos vitales del paciente: para un diagnóstico óptimo de personal de salud, para el área de unidad de cuidados intensivos en el hospital III Essalud Puno. Finalmente, se logró con éxito el diseño del estudio de tele monitorización para obtener todos los parámetros de los signos vitales de los pacientes.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Internet de las Cosas**

#### **2.2.1.1. Definición**

“El concepto de Internet de las cosas (IoT) hace referencia a una serie de dispositivos conectados a la red, así como a las tecnologías que facilitan la comunicación entre estos a través de la nube o entre ellos mismos.” (Román et al., 2023).

#### **2.2.1.2. Modelos de comunicación**

##### **a) Comunicaciones “dispositivo a dispositivo”**

Este modelo “representa dos o más dispositivos que se conectan y se comunican directamente entre sí y no a través de un servidor de aplicaciones intermediario.” (Rose et al., 2015).

##### **b) Comunicaciones “dispositivo a nube”**

El dispositivo de la IoT se conecta directamente a un servicio en la nube, este enfoque suele aprovechar los mecanismos de comunicación existentes (por ejemplo, las conexiones Wi-Fi) para establecer una conexión entre el dispositivo y la red IP, que luego se conecta con el servicio en la nube. (Rose et al., 2015).

### **c) Modelo “dispositivo a puerta de enlace”**

En este modelo, “el dispositivo de la IoT se conecta a través de un servicio ALG como una forma de llegar a un servicio en la nube”. (Rose et al., 2015). Lo que quiere decir, es que, hay un software de aplicación corriendo en un dispositivo de puerta de enlace local, que actúa como intermediario entre el dispositivo y el servicio en la nube y provee seguridad y otras funcionalidades tales como traducción de protocolos o datos. (Rose et al., 2015).

## **2.2.2. Análisis de datos**

### **2.2.2.1. Definición**

“El análisis de datos integra distintas operaciones en la que el investigador o analista somete ciertos datos a una serie de análisis, lecturas e interpretaciones, según sea el enfoque de su investigación o requerimiento informativo”. (Peña, 2017)

### **2.2.2.2. Enfoques**

#### **a) Análisis cuantitativo**

Centrado en el manejo de los datos numéricos que caracterizan el proceso o fenómeno a analizar. Este análisis se realiza en la etapa previa al estudio científico. Este enfoque es muy útil en la aplicación de las ciencias exactas y las ciencias naturales, en razón a la certeza de las conclusiones y leyes que se pueden obtener al finalizar el proceso. (Peña, 2017).

#### **b) Análisis cualitativo**

“Cuando el problema es de amplio conocimiento y experiencia por parte del analista, se puede optar por la valoración de la solución a través de un análisis cualitativo de la información”. (Peña, 2017). La característica peculiar de este análisis es la relación de las variables del modelo, con criterios preestablecidos del analista, que dependen en general de su experiencia en el campo de estudio. En desventaja, la solución propuesta no tiene un alcance universal. (Peña, 2017)

### **2.2.2.3. Tratamiento de datos ausentes**

#### **a) Detección de datos ausentes**

La presencia de datos ausentes es una problemática habitual en muchos conjuntos de datos, mayormente debido a fallos en la transcripción de los datos o problemas durante la recogida de los datos. (Peña, 2017).

## **b) Tratamiento de datos ausentes**

Algunas maneras de tratar valores ausentes son: rellenar los valores con la media, mediana o la moda; completar los valores que faltan por el valor que esté directamente antes o después en la fila o columna; completar todos los datos faltantes con 0; o eliminar las filas que presenten valores ausentes. Seleccionar la mejor manera de abordar el tratamiento de valores ausentes, depende del tipo de dato, del tratamiento posterior de los mismos o de la causa de la falta de esos valores. (Peña, 2017)

### **2.2.2.4. Detección y tratamiento de valores atípicos**

“Un valor atípico es una observación significativamente distinta del resto de datos que presenta una variable”. (Guía Práctica de Introducción al Análisis Exploratorio de Datos, 2022) Descartar los datos atípicos del conjunto de datos sin verificar que no se deben a un error de medición o de construcción del conjunto de datos, no es la solución. Por otro lado, también se menciona que, sustituir estos datos por la media o la mediana, tampoco es recomendable. Para el tratamiento de estos datos, es importante “documentar cada decisión adoptada con el objetivo de que otros analistas de datos comprendan las posibles transformaciones efectuadas sobre el conjunto de datos en cada etapa”. (Guía Práctica de Introducción al Análisis Exploratorio de Datos, 2022)

## **2.3. Definiciones conceptuales**

### **ESP32**

“Es un único chip combinado con Wi-Fi y Bluetooth de 2.4 GHz diseñado con la tecnología de bajo consumo de 40nm TSMC. Está diseñado para lograr el mejor rendimiento de potencia y RF, mostrando robustez, versatilidad y fiabilidad en una amplia variedad de aplicaciones y escenarios de potencia.” (ESP32 Series Datasheet Versión 4.8, 2025)

### **DHT22**

“En un sensor que emite una señal digital calibrada. Utiliza una exclusiva técnica de captación de señales digitales y tecnología de detección de humedad, lo que garantiza su fiabilidad y estabilidad.” (DHT11, DHT22 and AM2302 Sensors, 2021)

### **MQ135**

“Sensor de gas que tiene una alta sensibilidad al gas amoníaco, sulfuro, vapor de serie de benceno, también puede monitorizar bien el humo y otros gases tóxicos. Puede detectar todo tipo de gases tóxicos y es un tipo de sensor de bajo costo.” (Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., 2021)

### **MLX90614**

“Es un termómetro de infrarrojos para mediciones de temperatura sin contacto. Tanto el chip IR sensible detector y la señal están integrados en el mismo sensor. Gracias a su amplificador de bajo ruido, ADC de 17 bits y potente unidad DSP, se consigue una alta precisión y resolución del termómetro.” (MLX90614 Single and Dual Zone IR Sensor in T039 Datasheet, 2025)

### **HW-827**

“Sensor de pulso óptico frecuencia cardíaca (PPG) asequible diseñado para su uso con Arduino y otros microcontroladores. Utiliza la transmisión de luz para detectar cambios en el volumen sanguíneo en la yema del dedo, proporcionando una manera fácil de medir y rastrear el pulso en vivo, latidos por minuto, variabilidad del ritmo cardíaco y el intervalo entre latidos.” (Murphy & Gitman, 2025)

### **MySQL**

“Sistema de gestión de bases de datos relacional de código abierto. Utiliza lenguaje SQL para gestionar y manipular datos, siendo ampliamente utilizado en aplicaciones web y servicios en línea.” (MySQL 8.0 Reference Manual Including MySQL NDB Clúster 8.0, 2025)

### **ETL**

(Extraction, Transform and Load) “Proceso que implica la extracción de datos de diversas fuentes, su transformación para adaptarse a las necesidades del análisis y su carga en un sistema de almacenamiento o base de datos destino.” (Khan et al., 2024)

## **Wi-Fi**

“Tecnología de comunicación inalámbrica que permite la conexión de dispositivos a redes de área local (LAN) y acceso a internet sin necesidad de cables, utilizando frecuencias de radio para la transmisión de datos”. (Global Economic Value of Wi-Fi, 2021)

## **Node JS**

“Node.js es una tecnología de lado del servidor basada en el motor JavaScript V8 de Google. Es un sistema altamente escalable que utiliza E/S (entrada/salida) asíncrona y basada en eventos, en lugar de hilos o procesos separados. Es ideal para aplicaciones web a las que se accede con frecuencia pero que son sencillas desde el punto de vista computacional.” (Powers et al., n.d.)

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Planteamiento metodológico

La presente investigación es de nivel explicativa. “La investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto.” (Arias, 2012).

El diseño de esta investigación es cuasi-experimental, ya que se trabaja con una muestra seleccionada por conveniencia, lo que implica que no se realiza una asignación aleatoria de los participantes en el experimento. Esta metodología permitió evaluar el efecto del tratamiento aplicado, que en este caso consiste en la presencia o ausencia de bienestar térmico en el rendimiento académico de los estudiantes.

El modelo de la investigación es un diseño posttest con dos grupos intactos. No se utilizó un pretest en este modelo debido a que no se buscaba comparar una mejora o cambio en el tiempo, sino diferencias entre los dos grupos con diferentes condiciones. El modelo se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 2**  
Modelo cuasiexperimental de la investigación

| Grupo intacto                | Pretest | Tratamiento                           | Posttest                      |
|------------------------------|---------|---------------------------------------|-------------------------------|
| Grupo experimental<br>(Ge I) | -       | Presencia de bienestar<br>térmico (X) | Rendimiento<br>académico (O2) |
| Grupo control<br>(Gc I)      | -       | Ausencia de bienestar<br>térmico (X)  | Rendimiento<br>académico (O2) |

### 3.2. Población y muestra

#### Población

En esta investigación, el tamaño de la población es de 359 estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

#### Muestra

La muestra de esta investigación fue seleccionada mediante un muestreo por conveniencia, siendo esta un total de 52 alumnos de primer ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Esta decisión se sustentó porque todos esos estudiantes llevaron el curso de “Fundamentos de Programación” y “Programación Gráfica” al momento de realizar este experimento. Además de eso, se consideró este tipo de muestreo por la accesibilidad a la información de los estudiantes, así como la disposición de los docentes asesores a facilitarme la comunicación y coordinación con los estudiantes participantes.

### 3.3. Equipos y Materiales

#### 3.3.1. Recursos humanos

En esta investigación, la participación de los recursos humanos se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 3**  
Recursos humanos

| Descripción             | Cantidad |
|-------------------------|----------|
| Investigador            | 1        |
| Asesor RENACYT nivel VI | 2        |

#### 3.3.2. Recursos materiales

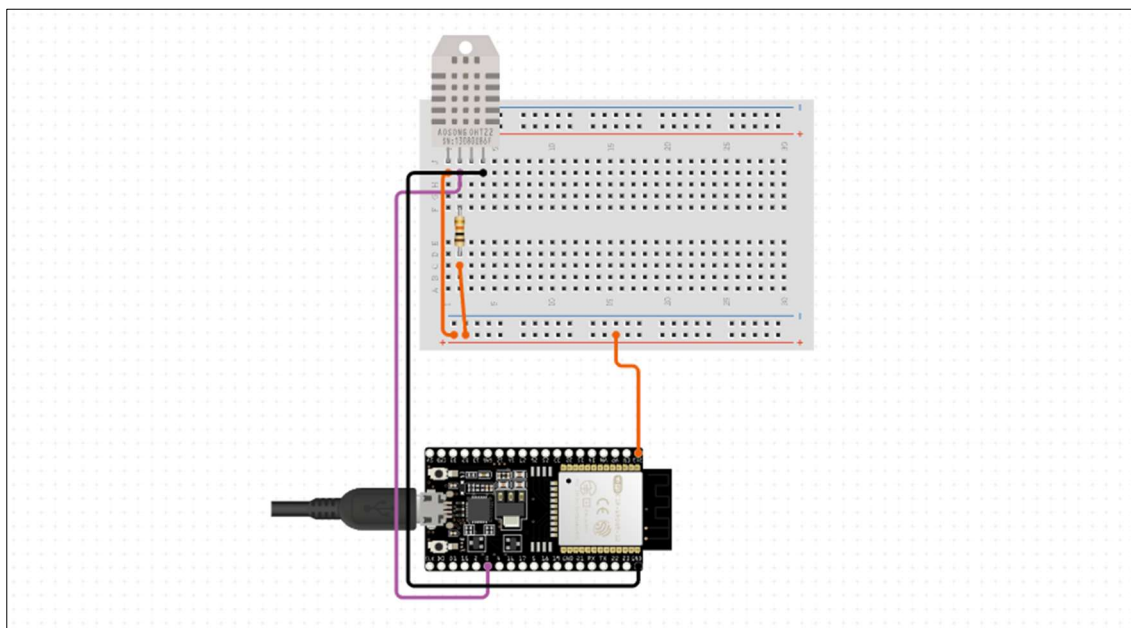
Durante esta investigación, se utilizó un conjunto de componentes electrónicos y sensores denominados “kits”, los cuales fueron diseñados para medir específicamente las dimensiones del bienestar térmico: ambiental y corporal. Estos kits permitieron exitosamente la captura y el procesamiento de los datos. En la siguiente tabla se detallan los materiales que se utilizaron:

**Tabla 4**  
Recursos materiales

| Descripción                               | Cantidad |
|-------------------------------------------|----------|
| Microcontrolador ESP32                    | 8        |
| Protoboard                                | 3        |
| Sensor de temperatura y humedad DHT22     | 3        |
| Sensor de temperatura infrarrojo MLX90614 | 5        |
| Sensor de pulso cardíaco HW-827           | 5        |
| Batería de litio 18650                    | 8        |
| Powerbank 5V 6000mAh                      | 8        |
| Cable tipo C o micro-USB                  | 8        |
| Cable jumper M-M                          | 15       |
| Cable jumper H-H                          | 15       |
| Cable jumper M-H                          | 20       |
| Cartón 60cm x 60 cm                       | 5        |
| Hojas Bond A4                             | 350      |

Los kits ambientales fueron utilizados para registrar las variables correspondientes a la dimensión ambiental: temperatura y humedad. En la figura 1, se puede visualizar el diseño del circuito que explica la estructura del kit elaborado, cada kit incluyó un sensor DHT22 y, además, estos kits fueron colocados estratégicamente en la puerta, en la ventana y en la mitad del salón para recolectar los valores y obtener el valor promedio. Los kits ambientales fueron clasificados con una etiqueta, con ID del 1 al 3.

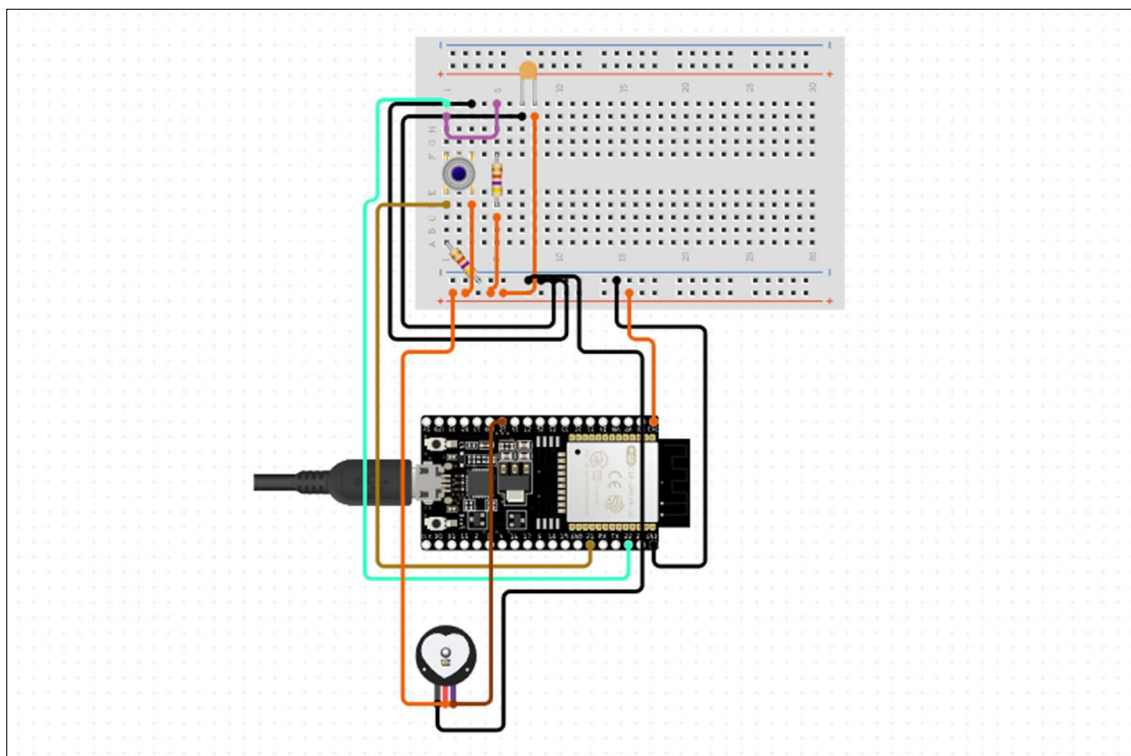
**Figura 1**  
Estructura del kit ambiental



Para su funcionamiento autónomo y movilidad necesaria, los kits fueron alimentados mediante una batería de litio conectada a un Powerbank de 5V, el cual actuó como estuche y fuente de alimentación. Además, se utilizó cableado específico para la conexión entre el Powerbank y el microcontrolador, pudiendo ser cable tipo C o cable micro-USB.

Los kits que midieron la dimensión “corporal”, es decir la temperatura de piel y la frecuencia cardíaca de los estudiantes, fueron diseñados de forma diferente. Cada kit fue montado sobre una base de cartón, con señalizaciones impresas en papel bond que guiaban al estudiante sobre la correcta ubicación de su mano durante la medición. Estos kits utilizaron los sensores HW-827 y MLX90614. Todo el conjunto electrónico fue fijado sobre el cartón para facilitar su movilidad y garantizar su uso práctico durante las sesiones experimentales. Estos kits fueron clasificados con ID del 4 al 8 y distribuidos individualmente a los estudiantes al momento de la recolección de datos. En la figura 2 se puede visualizar la estructura de estos kits. En el Anexo 04, se adjuntan las evidencias de los kits utilizados en esta investigación.

**Figura 2**  
Estructura del kit corporal



### 3.3.3. Recursos financieros

Para la presente investigación, se utilizaron todos los materiales, los cuales tuvieron que adquirirse y tuvieron un coste, por lo tanto, se presenta un desglose de los gastos que requirió cada material, en la siguiente tabla se presenta a detalle:

**Tabla 5**  
Recursos financieros

| Descripción                                  | Cantidad   | Costo unitario<br>(S/.) | Costo total<br>(S/.) |
|----------------------------------------------|------------|-------------------------|----------------------|
| <b>1. Recursos humanos</b>                   |            |                         |                      |
| Investigador                                 | 1          | 0,00                    | 0,00                 |
| Asesor RENACYT nivel VI                      | 2          | 0,00                    | 0,00                 |
| <b>2. Recursos materiales</b>                |            |                         |                      |
| Microcontrolador ESP32                       | 8          | 45,00                   | 360,00               |
| Protaboard                                   | 3          | 15,00                   | 45,00                |
| Sensor de temperatura y humedad<br>DHT22     | 3          | 27,00                   | 81,00                |
| Sensor de temperatura infrarrojo<br>MLX90614 | 5          | 18,50                   | 92,50                |
| Sensor de pulso cardíaco HW-827              | 5          | 22,00                   | 110,00               |
| Batería de litio 18650                       | 8          | 16,00                   | 128,00               |
| Powerbank 5V 6000mAh                         | 8          | 10,00                   | 80,00                |
| Cable tipo C o micro-USB                     | 8          | 5,00                    | 40,00                |
| Cable jumper M-M                             | 15         | 0,50                    | 7,50                 |
| Cable jumper H-H                             | 15         | 0,50                    | 7,50                 |
| Cable jumper M-H                             | 20         | 0,50                    | 10,00                |
| Cartón 60cm x 60 cm                          | 5          | 1                       | 5,00                 |
| Hojas Bond A4                                | 350        | 0,1                     | 35,00                |
| <b>Total</b>                                 | <b>453</b> |                         | <b>1001,5</b>        |

### **3.4. Procedimiento de las pruebas experimentales**

Las pruebas experimentales de la presente investigación se llevaron a cabo del 07 al 10 de julio de 2025, en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas. EL procedimiento seguido fue el siguiente:

- a) Se organizaron sesiones grupales de cinco estudiantes por turno, conformando un total de 11 grupos experimentales.
- b) Cada sesión tuvo una duración aproximada de 50 minutos.
- c) Durante la evaluación, los estudiantes resolvieron una evaluación de dos ejercicios prácticos, mientras se recolectaban sus datos en tiempo real.
- d) Los sensores transmitieron los datos a una base de datos MySQL mediante conexión Wi-Fi.
- e) Los datos fueron visualizados en tiempo real a través de un sistema web.
- f) Al finalizar la evaluación, los estudiantes completaron un cuestionario de percepción térmica.
- g) Todos los datos fueron procesados en SPSS para la contrastación de hipótesis y Power BI para el análisis de datos.

Los estudiantes que participaron en las pruebas experimentales fueron clasificados equitativamente en dos grupos: el grupo experimental (Ge) el cual estuvo conformado por aquellos que se encontraban en condiciones de presencia de bienestar térmico, y el grupo control (Gc), correspondiente a los estudiantes expuestos a condiciones de ausencia de bienestar térmico. La distribución final fue del 50% de la muestra en cada grupo, es decir 26 estudiantes por grupo. Sin embargo, esta asignación no fue establecida de forma previa ni de conocimiento de los alumnos participantes, sino que se realizó posteriormente a la recolección de los datos, ya que los criterios para identificar el bienestar térmico se basaron en estándares técnicos evaluados en investigaciones previas y se evitó considerar las percepciones subjetivas de los estudiantes para la clasificación.

La decisión de trabajar así la distribución de grupos se tomó debido a que la clasificación del bienestar térmico responde a criterios objetivos definidos por estándares técnicos y no a percepciones subjetivas. Por ejemplo, si un estudiante manifiesta sentirse cómodo, dicha percepción puede estar influenciada por factores externos como la vestimenta, costumbres, actividad física, nacionalidad o nivel de aclimatación, etc. Es por ello que, con el fin de garantizar una clasificación imparcial, objetiva y cuantificable, se

aplicaron criterios definidos en un rango definido, basado en las investigaciones previas mencionadas. Los criterios utilizados para determinar la presencia del bienestar térmico se detallan en la tabla 6.

En la investigación de (Solberg et al., n.d.), experimentaron con un grupo de 21 personas, para calcular su bienestar térmico en una habitación climatológica con temperatura variable de 24°C a 28°C, obtuvieron unos resultados estadísticamente significativos usando la temperatura de la piel y el sudor como variables de entrada en un modelo de regresión. La sensación térmica en ambas manos llegó a cubrir un rango desde 27 °C hasta 36°C. Concluyeron que una habitación con temperatura de 26°C fue mayormente aceptado de alcanzar un bienestar térmico, pero si la velocidad del aire aumenta a más de 0,75m/s, entonces se requieren 28°C. Este análisis resalta la importancia de utilizar la temperatura de la piel como un indicador.

Por otro lado, en la investigación de (Lan et al., 2019) también utiliza la temperatura de la piel para estimar la sensación del bienestar térmico, solo que esta vez se enfocaron durante el sueño. Colocaron sensores en la frente, pecho y pies, para obtener una temperatura de piel promedio en un total de 64 pacientes. Los resultados mostraron que la temperatura de la frente de los pacientes estaba altamente correlacionada con la sensación térmica a largo plazo. Además, se menciona que la temperatura media está entre 29°C y 34°C para un bienestar térmico. Este solo es otro estudio que utiliza la temperatura de la piel como un indicador fuerte para el bienestar térmico.

Además, en la investigación de (Liu et al., 2021) propusieron un modelo para evaluar el bienestar térmico usando la temperatura de la piel media. Utilizaron un total de 10 sensores ubicados en diferentes partes del cuerpo, siendo: frente, pecho, brazo, espalda, abdomen, codo y mano. Los resultados de la evaluación del modelo indicaron que una persona puede sentir objetivamente bienestar térmico cuando la temperatura de la piel está entre 32.66°C y 33.7°C. Además, que incluyeron una modificación a voluntad de la temperatura media del ambiente y la humedad relativa.

Por limitaciones económicas, en la presente investigación se utilizó un sensor para obtener la temperatura de la piel, apuntando a la mano de los estudiantes, por lo que los resultados son más bajos que una temperatura corporal media. Basándome en las investigaciones mencionadas, detallo los rangos clasificatorios utilizados a continuación:

**Tabla 6**  
Criterios para la clasificación del bienestar térmico

| <b>Indicador</b>    | <b>Rango</b>  |
|---------------------|---------------|
| Temperatura         | 20 °C – 24 °C |
| Humedad             | 30% - 60%     |
| Temperatura de piel | 36 °C – 37°C  |
| Frecuencia cardiaca | 60 – 100 bpm  |

Los estudiantes cuyos valores se encontraban dentro de todos estos rangos fueron clasificados como expuestos a condiciones de bienestar térmico. En cambio, aquellos que presentaban al menos uno de los indicadores fuera de los límites definidos fueron considerados como ausencia de bienestar térmico. Enfocar así mi investigación me permitió segmentar la muestra de forma objetiva y precisa, asegurando que la clasificación respondiera exclusivamente a criterios técnicos cuantificables y no a percepciones individuales. De esta manera, se fortaleció la validez del estudio y junto al cuestionario de percepción térmica se pudo ampliar el alcance de la investigación llegando a conocer el bienestar térmico de cada estudiante tanto objetiva como subjetivamente.

### 3.5. Técnicas de recolección de datos

Siguiendo el concepto de Arias (2012), “la observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos”. En esta investigación, se utilizó la técnica de observación como principal método de recolección de datos, aplicando fichas estructuradas y registrando información en tiempo real a través de sensores utilizando Internet de las Cosas. Para ello, se elaboraron tres instrumentos específicos de observación. Los instrumentos utilizados para la recolección de los indicadores se encuentran a detalle en el Anexo 3, a continuación, una breve descripción de cada uno:

- **Ficha de Observación N°01:** Registró las condiciones ambientales (temperatura y humedad relativa), correspondientes a la dimensión ambiental del bienestar térmico. Los datos fueron capturados cada 10 segundos mediante sensores DHT22 integrados en los kits ambientales (Kit 1 al 3) y posteriormente agrupados en promedios por sesión.

- **Ficha de Observación N°02:** Permitió registrar las variables fisiológicas de los estudiantes: temperatura de piel y frecuencia cardiaca, correspondientes a la dimensión corporal del bienestar térmico. Los sensores utilizados fueron MLX90614 y HW-827, conectados a microcontroladores ESP32. Los datos se recolectaron automáticamente cada 10 segundos durante toda la sesión experimental.
- **Ficha de Observación N°03:** Recolectó la información del rendimiento académico a través de la nota obtenida en la evaluación aplicada durante la sesión. Esta prueba consistió en la resolución de dos ejercicios prácticos mediante diagramas de flujo, siendo calificada sobre un puntaje máximo de 20.

### 3.6. Técnicas para el procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos, se utilizaron los siguientes softwares: Microsoft® Excel® para Microsoft 365 MSO (versión 2507 compilación 16.0.19029.20136) de 64 bits, IBM SPSS Statistics 31.0.0.0 y Microsoft Power BI Versión: 2.145.1602.0 64-bit (julio de 2025) . Todos los datos capturados fueron almacenados automáticamente en la base de datos MySQL v.8.4.5 , luego fueron organizados, utilizando Microsoft Excel, asociando el código del estudiante junto con la fecha y hora, además del promedio de los datos obtenidos y su nota de la evaluación, después se hizo una limpieza preliminar, eliminando valores erróneos y sustitución de datos faltantes con promedios. Posteriormente, se creó la tabla llamada “Resultados”, y se guardó en la base de datos, esa tabla incluye los datos ya tratados, limpios y transformados. Los detalles de la tabla “Resultados” se encuentran en la siguiente tabla:

**Tabla 7**

Estructura de la tabla “Resultados”

| Nombre                | Tipo          | Descripción                                            |
|-----------------------|---------------|--------------------------------------------------------|
| id                    | int           | Llave primaria                                         |
| codigo_estudiante     | varchar(11)   | Código del estudiante evaluado                         |
| fecha                 | datetime      | Fecha en que realizó la prueba experimental            |
| hora_inicio           | time          | Hora de inicio de la evaluación                        |
| hora_fin              | time          | Hora de fin de la evaluación                           |
| temperatura           | decimal(5,2)  | Temperatura ambiental promedio °C                      |
| humedad               | decimal(5,2)  | Humedad ambiental promedio %H                          |
| temperaturaPiel       | decimal(5,2)  | Temperatura de piel promedio °C                        |
| frecuenciaCardiaca    | decimal(5,2)  | Latidos por minuto promedio (bpm)                      |
| confort_termico       | varchar(100)  | Respuesta 1 del cuestionario                           |
| confort_termico_valor | tinyint       | Respuesta 1 del cuestionario (Escala ISO 7730)         |
| temperatura_percibida | decimal(5,2)  | Respuesta 2 del cuestionario                           |
| clima_percibido       | varchar(100)  | Respuesta 3 del cuestionario                           |
| conformidad           | varchar(100)  | Respuesta 4 del cuestionario                           |
| conformidad_likert    | int           | Respuesta 4 del cuestionario (Escala LIKERT)           |
| actividad_fisica      | varchar(100)  | Respuesta 5 del cuestionario                           |
| influyo_tempAmb       | tinyint(1)    | Respuesta 6 del cuestionario (Binario) (Alternativa A) |
| influyo_humedad       | tinyint(1)    | Respuesta 6 del cuestionario (Binario) (Alternativa B) |
| influyo_tempCorp      | tinyint(1)    | Respuesta 6 del cuestionario (Binario) (Alternativa C) |
| influyo_frecCard      | tinyint(1)    | Respuesta 6 del cuestionario (Binario) (Alternativa D) |
| influyo_ninguno       | tinyint(1)    | Respuesta 6 del cuestionario (Binario) (Alternativa E) |
| comentario            | varchar(2000) | Respuesta 6.1 del cuestionario                         |
| evaluación            | tinyint       | Nota de la evaluación                                  |
| bienestar_termico     | tinyint(1)    | Presencia o ausencia del bienestar térmico             |

Posteriormente, se utilizó el software IBM SPSS Statistics 31.0.0.0 para realizar el análisis estadístico de los datos. Las técnicas para el procesamiento de datos utilizadas en este análisis fueron las siguientes:

- Prueba de normalidad (Kolmogórov-Smirnov): Se aplicó esta prueba dado que el tamaño de la muestra era superior a 30, con el objetivo de verificar si las variables independientes y dependientes siguieron una distribución normal.
- Prueba de homogeneidad de varianzas (Levene): Permite verificar si las varianzas entre los grupos con y sin bienestar térmico eran estadísticamente equivalentes.
- Regresión lineal múltiple y cuadrática: Se utilizaron para modelar la relación entre las variables independientes con la variable dependiente. También se evaluó si existía alguna relación no lineal que explicara mejor la variabilidad de las notas.
- Correlación de Pearson, Spearman y Kendall: Para medir el grado de asociación entre las variables independientes con la variable dependiente.
- Prueba T de Student para muestras independientes: Se empleó para contrastar la hipótesis sobre existencia de diferencias significativas en el rendimiento académico entre estudiantes con y sin bienestar térmico.
- Análisis de varianza (ANOVA de un factor): Utilizado con agrupamiento por clústeres para evaluar diferencias significativas en el rendimiento académico entre perfiles térmicos diferenciados.

Después de realizar ese análisis, se utilizó Microsoft Power BI para la visualización de datos, permitiendo una interpretación gráfica y un análisis descriptivo y prescriptivo de los resultados de esta investigación.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Descripción de las pruebas experimentales

Las pruebas experimentales de esta investigación consistieron en sesiones grupales realizadas entre el 07 y el 10 de julio de 2025, con estudiantes de primer ciclo de la ESIS. Todos los participantes cursaban las asignaturas de Fundamentos de Programación y Programación Gráfica. Las sesiones se desarrollaron en los laboratorios de la ESIS, agrupando a los estudiantes en bloques de cinco personas por turno. La duración estimada de cada sesión fue de 50 minutos, equivalente a una hora académica, durante la cual los estudiantes resolvieron un examen práctico mientras se registraban en tiempo real sus datos ambientales y fisiológicos. En la tabla 8 se resume la programación de los grupos experimentales. Adicionalmente, en el Anexo 09 se presentan las evidencias de la participación de los alumnos y de la realización de las pruebas descritas en esta sección.

**Tabla 8**  
Programación de las pruebas experimentales

| Grupo | Día        | Horario       | N.º alumnos |
|-------|------------|---------------|-------------|
| 1     | 07/07/2025 | 14:20 – 15:10 | 5           |
| 2     | 07/07/2025 | 15:30 – 16:20 | 5           |
| 3     | 07/07/2025 | 16:30 – 17:00 | 5           |
| 4     | 09/07/2025 | 12:40 – 13:30 | 5           |
| 5     | 09/07/2025 | 13:30 – 14:20 | 5           |
| 6     | 10/07/2025 | 07:00 – 07:50 | 5           |
| 7     | 10/07/2025 | 10:00 – 10:20 | 5           |
| 8     | 10/07/2025 | 10:20 – 11:10 | 5           |
| 9     | 10/07/2025 | 11:10 – 12:00 | 5           |
| 10    | 10/07/2025 | 12:00 – 12:50 | 4           |
| 11    | 10/07/2025 | 15:20 – 16:10 | 3           |

En total, se obtuvo una muestra de 52 estudiantes. En el grupo 10 y grupo 11 se registró una inasistencia por grupo. Asimismo, algunas sesiones experimentales no alcanzaron los 50 minutos por restricciones en la disponibilidad de ambientes.

Específicamente, el grupo 3 contó con 30 minutos y el grupo 7 con 20 minutos. En dichos casos se adaptó la evaluación: se calificó sobre un único ejercicio, manteniendo la equidad de la prueba con los demás evaluados. Cada estudiante utilizó un kit corporal compuesto por un sensor de temperatura de piel, un sensor de frecuencia cardiaca y una batería recargable, esto se evidencia en la figura 3, donde se presenta un grupo de estudiantes evaluados en la prueba experimental.

### **Figura 3**

Estudiantes con el kit corporal



Estos kits estuvieron identificados como Kit 4, Kit 5, Kit 6, Kit 7 y Kit 8, además enviaron los datos mediante conexión Wi-Fi al servidor <https://tutupaca.unjbg.edu.pe/>, perteneciente al proyecto de investigación “DETERMINACIÓN DEL IMPACTO DE LA MINERÍA DE DATOS, LAS REDES SOCIALES, EL INTERNET DE LAS COSAS (IoT) Y LA REALIDAD AUMENTADA EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA aprobado mediante Resolución Rectoral N° 13626-2024-UNJBG, proporcionado por el docente asesor Dr. Edgar Aurelio Taya Acosta, quien es el investigador principal de dicho proyecto. El acceso a internet fue proporcionado desde un dispositivo móvil personal, y todos los sensores estaban programados para solamente utilizar mi red Wi-Fi y esto garantizó la conectividad continua durante todas las sesiones. Se pueden observar a los alumnos desarrollando la prueba experimental en la figura 4.

**Figura 4**  
Desarrollo de la prueba experimental

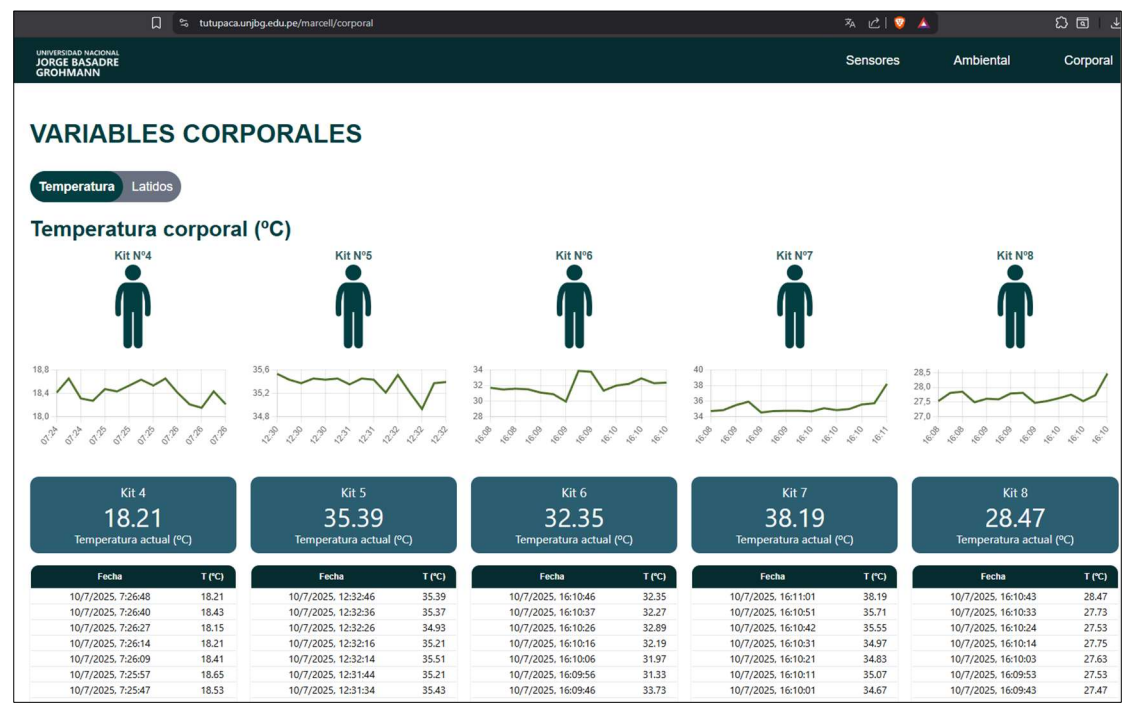


Durante el desarrollo de las pruebas experimentales, se presentaron imprevistos descritos a continuación: el 09 de julio, algunas baterías se descargaron, lo que interrumpió la transmisión de datos por breves lapsos de tiempo. Sin embargo, tras su recarga se reanudó el registro con normalidad. Cabe resaltar que las baterías que se descargaron primero fueron las de los kits personales. El 10 de julio, el kit 4 presentó una falla crítica, el microcontrolador se quemó, lo que impidió la recolección de datos corporales en cuatro estudiantes. A pesar de ello, estos alumnos continuaron con la evaluación, y los sensores ambientales me permitieron seguir clasificando el bienestar térmico de los estudiantes sin inconvenientes. Ese mismo día, horas después, el sensor de pulso también presentó una falla, el cable se desgastó durante el intercambio de kits entre estudiantes debido a la constante manipulación del mismo.

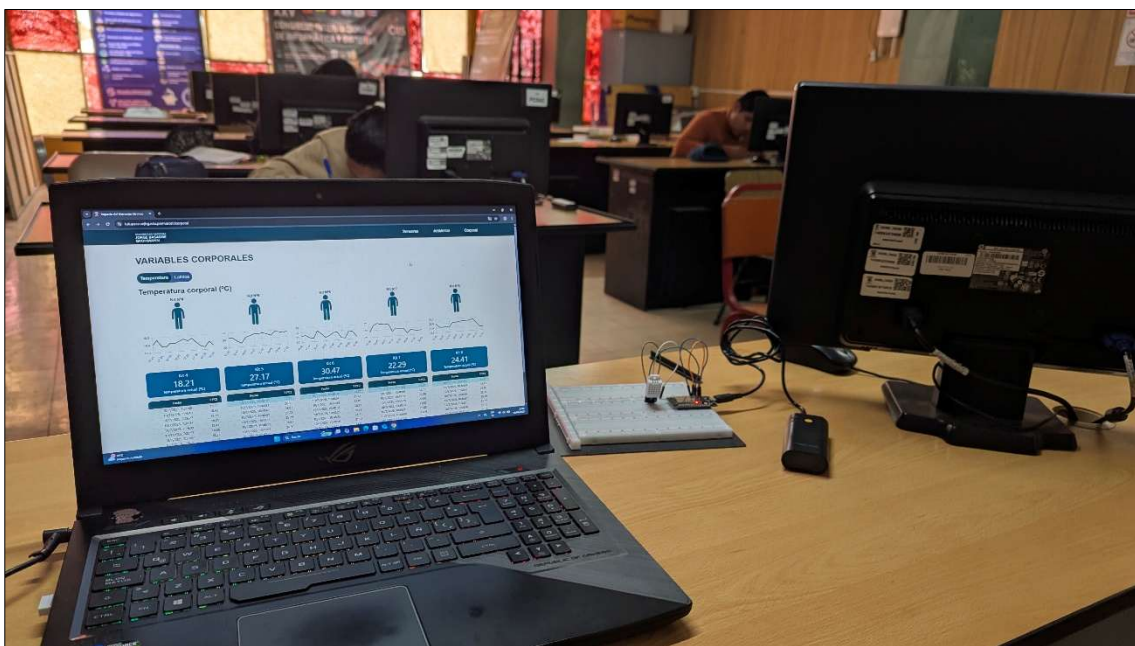
Todos los datos registrados fueron visualizados en tiempo real mediante un sistema web desarrollado en Next JS v15.4, alojado en: <https://tutupaca.unjbg.edu.pe/marcell/>. Este sistema actualizó los datos automáticamente cada 10 segundos, resaltando los nuevos inputs de datos, lo que facilitó el monitoreo constante del correcto funcionamiento de los sensores y permitió detectar anomalías durante las sesiones. El propósito de este sistema fue visualizar en tiempo real los datos que se enviaban de los sensores, el sistema se visualiza en la figura 5. Para el posterior análisis de datos se utilizó Power BI y se conectó directamente a la base de datos MySQL,

pero para la visualización en tiempo real fue completamente necesario el sistema, ya que me permitió ver cuándo y dónde fallaban los sensores. La visualización de los datos en tiempo real durante las pruebas experimentales se observa en la figura 6.

**Figura 5**  
Sistema web - Variables corporales



**Figura 6**  
Visualización de datos durante las pruebas



Para la medición de variables ambientales se implementaron tres kits ambientales (Kit 1 al Kit 3), cada uno con sensores DHT22 para registrar temperatura y humedad. Estos kits se ubicaron en la puerta, en la ventana y en la mitad del salón de clases según previas investigaciones, en la figura 7 se presentan las ubicaciones mencionadas de esos kits. El objetivo de usar tres kits fue obtener una media representativa de las condiciones térmicas del aula.

### **Figura 7**

Ubicaciones de los kits ambientales



Respecto a la evaluación aplicada, consistió en la elaboración de dos diagramas de flujo correspondientes a ejercicios prácticos previamente abordados en clase. La evaluación fue desarrollada previamente por el MSc. Hugo Manuel Barraza Vizcarra, quien es el docente titular de los cursos de Fundamentos de Programación y Programación gráfica. Cada ejercicio fue calificado sobre 10 puntos. Para los grupos con menos tiempo, solo se calificó un ejercicio. Esta modalidad permitió no solo clasificar el rendimiento, sino también ver si los diagramas estaban bien dibujados o no, algunos alumnos incluso no siguieron correctamente las indicaciones por lo que demostraba que no prestaban atención, mediante la calidad de sus respuestas y se podía relacionar con las variables ambientales y corporales. En la figura 8, se puede visualizar la evidencia de las sesiones.

**Figura 8**  
Evidencia de las pruebas experimentales



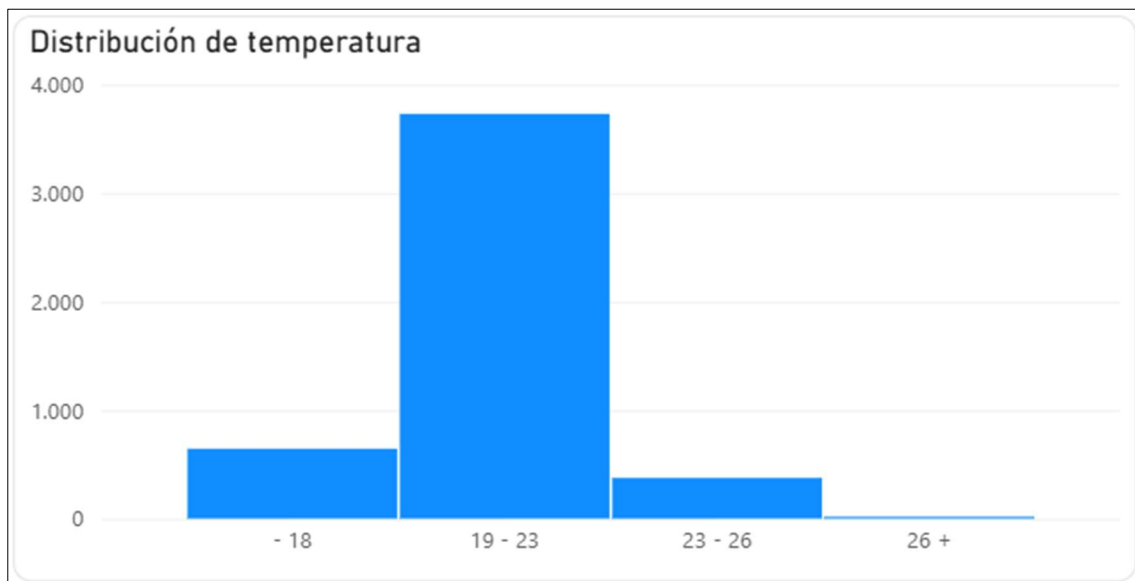
Previo al inicio de la evaluación, los estudiantes firmaron un consentimiento informado. Al finalizar la prueba, completaron un cuestionario de percepción térmica, cuyo objetivo fue recoger información sobre cómo se sintieron durante la sesión. Las respuestas obtenidas fueron fundamentales, ya que permitieron conocer la percepción subjetiva del estudiante respecto a las condiciones durante la evaluación, más allá de los datos objetivos registrados. Finalmente, esta información fue incorporada al modelo de análisis de resultados con el propósito de contrastar las hipótesis planteadas en esta investigación.

#### **4.2. Presentación y análisis de los resultados**

Los datos recopilados por los sensores fueron almacenados en dos tablas separadas en una base de datos MySQL, y para el análisis en SPSS se utilizó una tabla “Resultados” la cual guardó los datos de los sensores agrupados en promedio por cada estudiante. El análisis en SPSS se realizó para obtener las relaciones entre variables. Pero primero se obtuvo la distribución de las variables independientes, para conocer el comportamiento que tuvieron durante las pruebas.

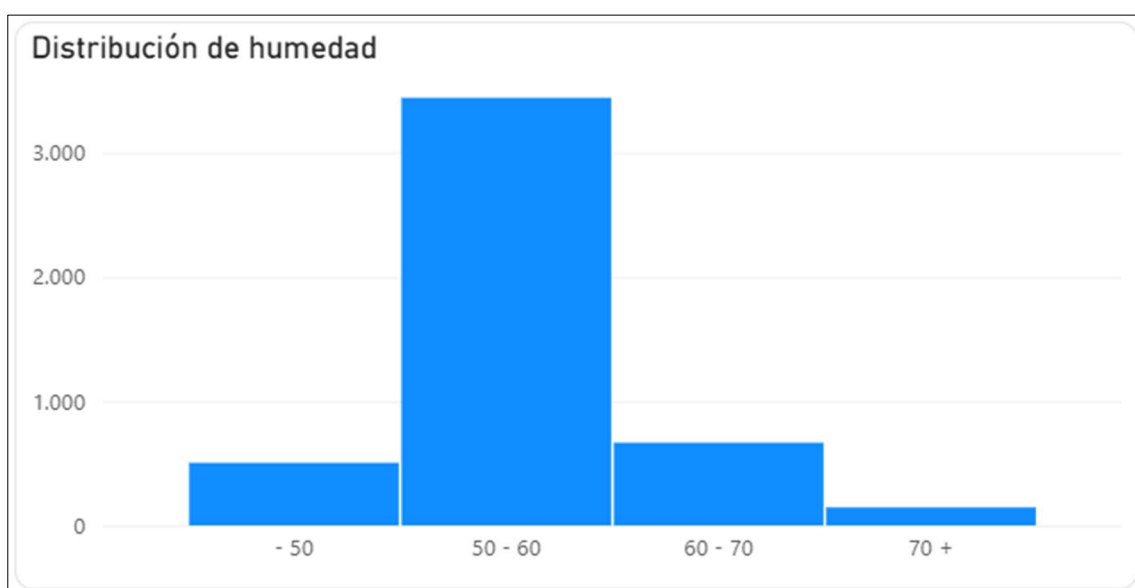
En la figura 9, podemos observar la distribución de la variable temperatura y demuestra que la mayoría de los valores se concentraron en el rango de 19°C a 23°C, lo que indica que las condiciones térmicas del aula estuvieron, en general, dentro de un rango cómodo para las pruebas experimentales. Sin embargo, se registraron casos con temperaturas por debajo de los 18°C y otros superiores a 26°C.

**Figura 9**  
Distribución de la temperatura



Con respecto a la humedad relativa de los ambientes de las pruebas, en la figura 10 se muestra que los valores predominantes estuvieron entre 50% y 60%, mientras que algunas sesiones alcanzaron valores por encima del 70% o por debajo del 50%. Estos extremos pueden haber influido en la percepción térmica de los estudiantes, considerando que la humedad afecta el confort térmico, como se visualizará en el capítulo 5, donde discutiremos los resultados.

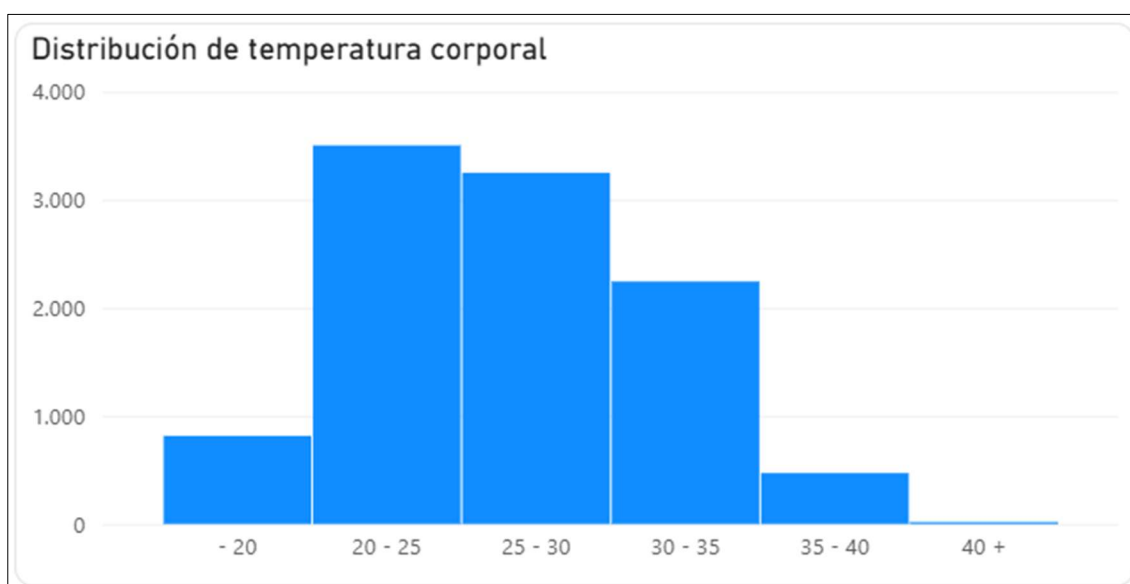
**Figura 10**  
Distribución de humedad



En la figura 11, la temperatura de piel de los estudiantes realizando las evaluaciones durante las pruebas experimentales se distribuyó principalmente entre 20°C y 35°C. Aunque este rango incluye temperaturas normales, también se observaron valores por debajo de 20°C y por encima de 37°C, esto principalmente puede deberse por la ropa que los alumnos vestían, debido a que algunos mantenían casacas y chompas durante sesiones calurosas, y otros no estaban abrigados cuando objetivamente hacía frío. También los valores de temperatura alta pueden deberse a la actividad física previa de los estudiantes, lo cual altera el estado fisiológico, finalmente también puede deberse a los nervios de los alumnos, ya que varios mencionaron que las manos les sudaban. Fue importante observar los extremos de temperatura, debido a que los sensores apuntaban a las manos de los estudiantes, las cuales estuvieron expuestas a la temperatura, ningún estudiante utilizó guantes o pudo guardar las manos, por lo que por más ropa que vistieran, la temperatura de la mano respondió naturalmente al ambiente.

**Figura 11**

Distribución de temperatura de piel

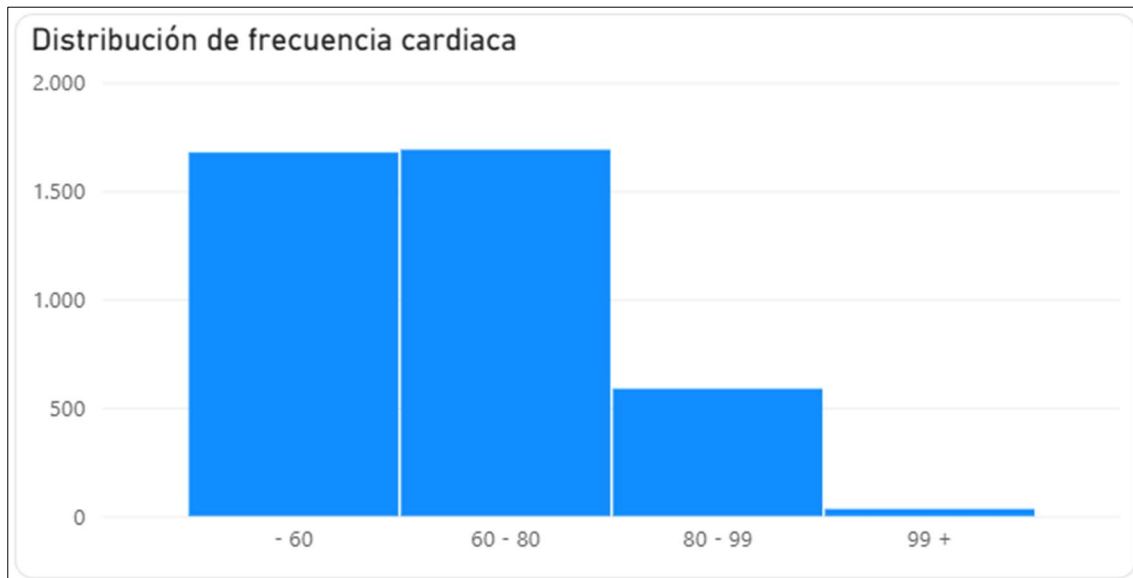


La variable que más causó problemas fue la de frecuencia cardíaca, debido a la calidad del sensor de pulso. Muchos valores fueron registrados con ceros, pero el registro y envío de valores se registró cada 10 segundos, por lo que, aun así, se pudo realizar un análisis posterior exitoso con los resultados. Habiendo mencionado esto y sabiendo el contexto, en la figura 12, se identificó un gran número de registros por debajo de 60 latidos por minuto, los cuales fueron descartados para el análisis debido a que muchos representaban valores erróneos. La distribución válida se centró entre 60 y 80 lpm, con

algunos casos superiores a 90 lpm, lo que podría asociarse a estados de estrés de los alumnos durante la evaluación, además que ellos mismos mencionaron que algunos sintieron nervios, por lo que inevitablemente la frecuencia cardiaca aumentaría.

**Figura 12**

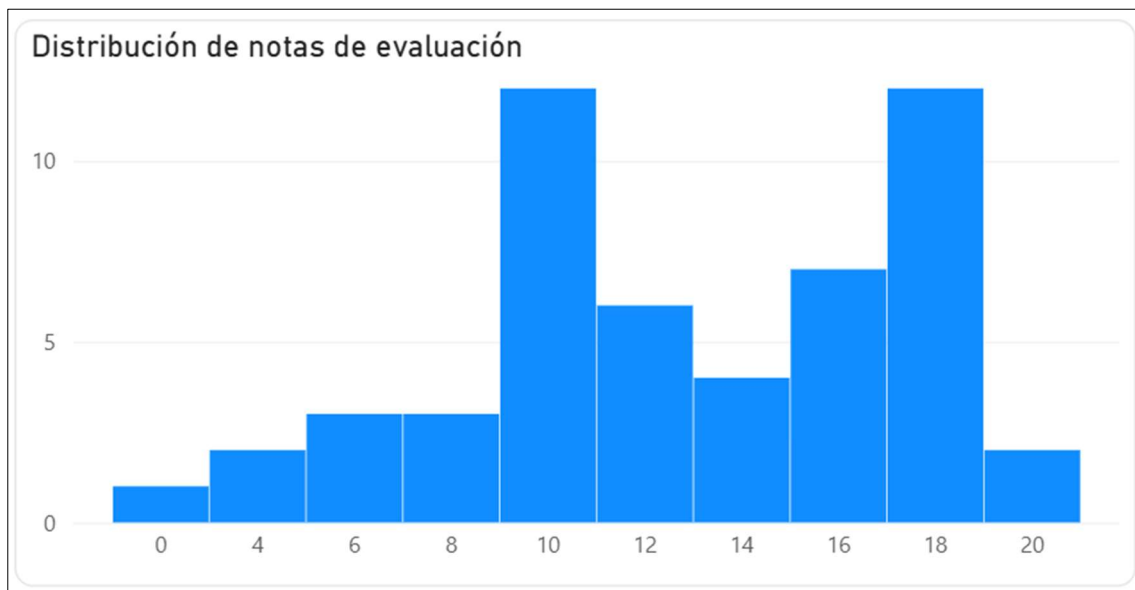
Distribución de frecuencia cardiaca



La variable dependiente, por otra parte, fue recolectada gracias a la evaluación que dieron los estudiantes, el rendimiento académico fue evaluado del 1 al 20 midiendo solamente bajo una prueba de conocimientos, la cual consistió en resolver 2 ejercicios mediante gráfico de diagrama de flujos, con un tiempo máximo de hasta 50 minutos. En la figura 13, se puede visualizar que la mayoría de los alumnos, 31, fueron aprobados, pero se observa una gran cantidad de estudiantes que obtuvieron la nota 10, es decir faltó poco para aprobar, y esto pudo ser debido a que la prueba fue en base a 2 ejercicios y solamente pudieron resolver bien 1, en todo caso en esta investigación no nos centramos en aprobados y desaprobados, sino más bien en el comportamiento de la variable del rendimiento frente a distintas condiciones térmicas y evaluar si realmente existe una relación o no.

**Figura 13**

Distribución de notas de la evaluación

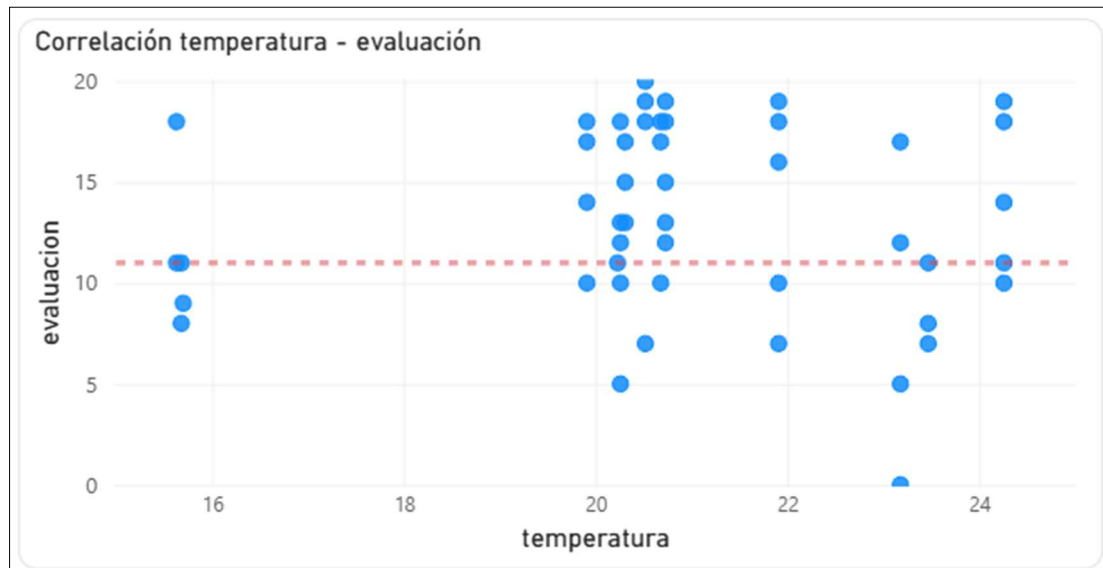


En el análisis de correlación entre las variables independientes con la variable dependiente, se exploró la relación de las variables con la nota obtenida por los estudiantes en la evaluación, para ello se presenta a continuación diagramas de dispersión, en los cuales hay una línea de tendencia constante que separa la nota cuando es igual a 11, para calificar aprobados y desaprobados, resaltando que realmente en esta investigación no es importante si aprueban o no, ya que estamos viendo el comportamiento de los resultados en relación con las variables, además que para la evaluación también se consideró cómo realizaron los diagramas de flujo.

En la figura 14, no se evidencia una relación lineal directa clara entre la temperatura ambiental vs la evaluación, sin embargo, se observan algunas concentraciones de menor rendimiento en temperaturas fuera del rango promedio (por debajo de 19°C o superiores a 25°C), lo que sugiere que condiciones térmicas más extremas pueden afectar el rendimiento.

**Figura 14**

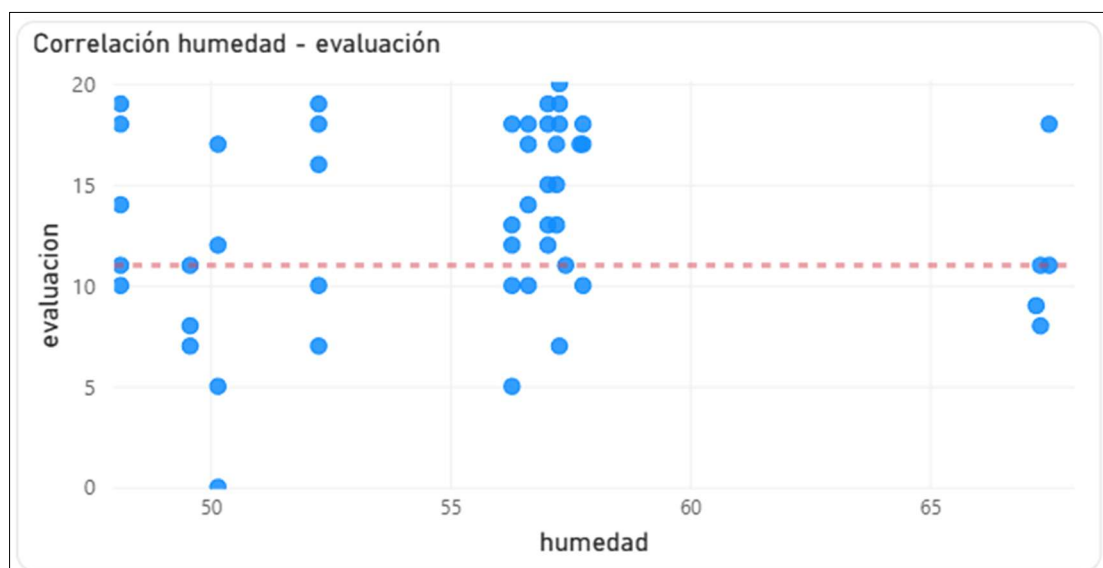
Correlación entre temperatura con evaluación



La correlación de humedad relativa vs evaluación se presenta en la figura 15, la dispersión no muestra una correlación evidente entre los niveles de humedad y la nota obtenida. Sin embargo, algunos valores bajos (<50%) y altos (>70%) se asociaron con calificaciones menores a 10, lo cual podría indicar un posible efecto en condiciones de humedad no óptimas. Aunque realmente en todas las pruebas experimentales, la humedad se mantuvo en rangos óptimos a gran escala ya que los ambientes fueron salones de clase completos, que para el grupo de estudiantes en sesión (5) fue espacio más que suficiente para que estén cómodos y puedan mantener una distancia correctamente.

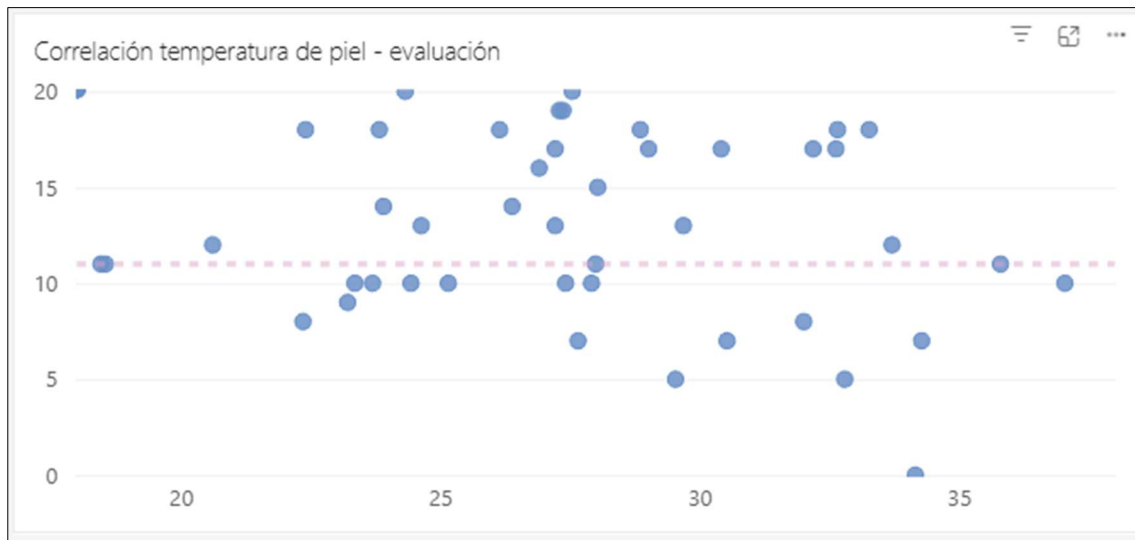
**Figura 15**

Correlación entre humedad y evaluación



En la figura 16 se aprecia mayor dispersión en las calificaciones cuando la temperatura de piel se aleja del rango normal. Los estudiantes que durante las pruebas experimentales presentaron temperaturas de piel elevadas o muy bajas tienden a obtener resultados más bajos, lo que coincide con los supuestos teóricos sobre el impacto de la termorregulación del cuerpo en la concentración y el rendimiento académico.

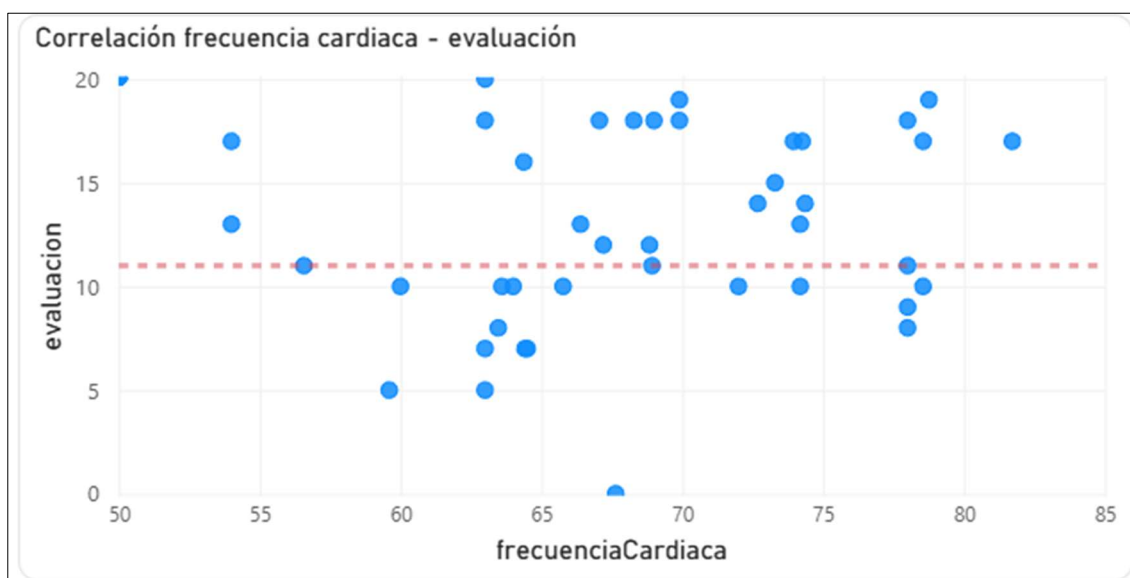
**Figura 16**  
Correlación entre temperatura de piel y evaluación



Por otro lado, en la figura 17, se observa una leve tendencia a menor rendimiento en los extremos de la frecuencia cardíaca, especialmente en valores superiores a 90 lpm, lo cual podría estar relacionado a diferentes situaciones como ansiedad, nervios o estrés de los estudiantes durante la evaluación.

**Figura 17**

Correlación entre frecuencia cardiaca y evaluación



Finalmente, gracias a este análisis preliminar, podemos observar ciertos puntos. Primero, las dimensiones ambientales y dimensiones corporales de los estudiantes muestran ligeros indicios de estar relacionadas con su rendimiento académico, especialmente cuando las variables alcanzan valores muy bajos o altos. Segundo, aunque no se ha calculado los modelos de regresión o ANOVA, o la prueba de hipótesis, hasta este análisis los patrones visuales sugieren que los valores fisiológicos atípicos o anormales, podrían afectar negativamente el rendimiento. Por último, este análisis sirve de base para la contrastación de hipótesis, la cual se describe en el siguiente punto.

Además de los datos enviados por los sensores hacia la base de datos, en esta investigación se aplicó un cuestionario de percepción térmica a cada estudiante después de finalizar su evaluación, de esta manera se cubre la parte objetiva del bienestar térmico. Por lo tanto, se presentan los resultados de cada pregunta. Se desarrolló un reporte en Power BI que contiene los resultados de cada una de las preguntas, además de la contrastación de la hipótesis y un análisis exploratorio de las variables recopiladas. A continuación, se presentarán los dashboards desarrollados para cada una de las preguntas del cuestionario con su respectivo análisis.

El objetivo de la primera pregunta es conocer el nivel de confort térmico subjetivo de cada estudiante. Para lo cual, en el desarrollo de este cuestionario, se incluyó la definición del bienestar térmico según la normativa 7730 (ISO, 2005). La respuesta de esta pregunta está evaluada sobre la escala de valores de las condiciones térmicas para el

ambiente ocupacional de la norma (ASHRAE, 2022), el cual evalúa la sensación térmica en un rango de 3 a -3. Esta escala se detalla en la tabla 9.

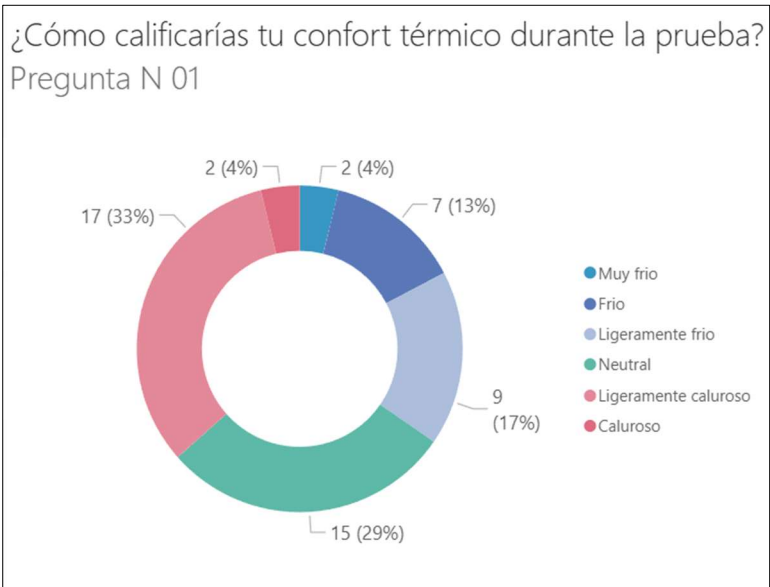
**Tabla 9**  
Escala ASHRAE 55 de sensación térmica

| Sensación térmica    | Escala |
|----------------------|--------|
| Muy caluroso         | 3      |
| Caluroso             | 2      |
| Ligeramente caluroso | 1      |
| Neutral              | 0      |
| Ligeramente frío     | -1     |
| Frío                 | -2     |
| Muy frío             | -3     |

Fuente: ASHRAE Standard 55-2020

En el dashboard de la figura 18 podemos observar que el 33% de los estudiantes calificaron la prueba como “Ligeramente caluroso”. Además, podemos observar que la mayor nota en promedio fue de 15 con los estudiantes que calificaron la prueba como “Neutral”, en cambio los estudiantes que colocaron la prueba como “Muy frío” en promedio obtuvieron de nota un 11. Un análisis preliminar previo a la contrastación de hipótesis nos indica que el promedio de la evaluación tiende a subir si el estudiante siente un confort térmico neutral en la sesión.

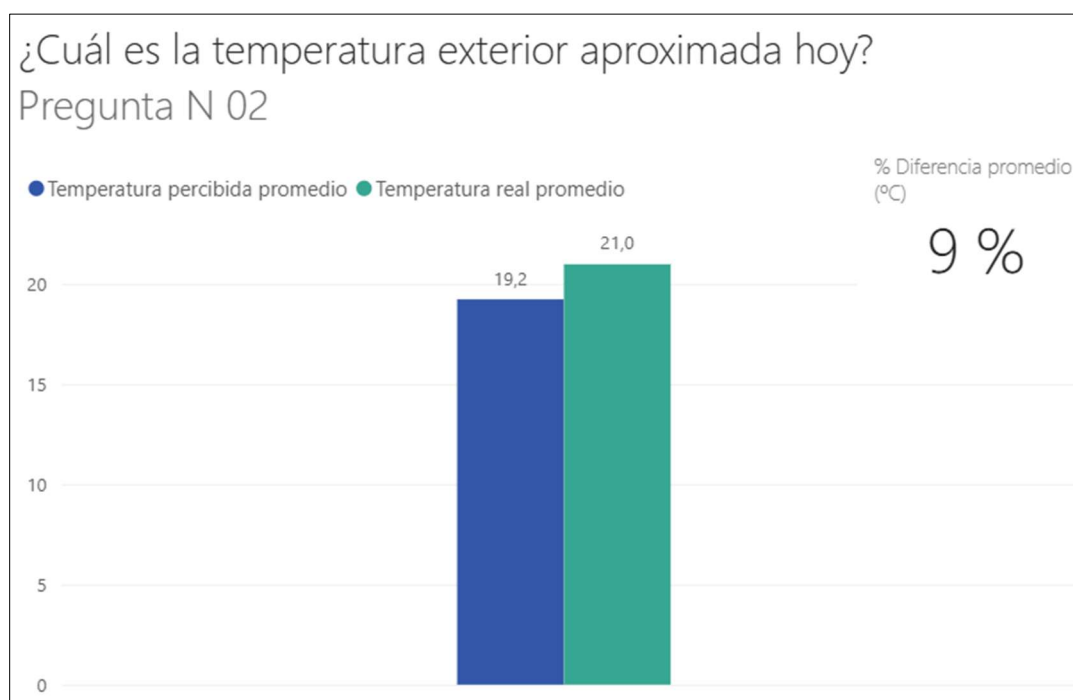
**Figura 18**  
Gráfico de respuestas de pregunta N° 01



La siguiente pregunta tuvo como objetivo conocer si los estudiantes son conscientes sobre el grado de temperatura al cual estuvimos en la clase, esto es importante porque en esta investigación resaltamos la importancia del bienestar térmico, y el desconocimiento completo de la percepción de la temperatura tendría un impacto negativo en el rendimiento académico de ser cierto. En la figura 19 podemos visualizar el dashboard asociado a esta pregunta. Si bien no se presenta una gran diferencia en promedio (9%), si se puede observar que hay alumnos que obtuvieron una muy baja calificación cuando no identificaron correctamente la temperatura.

**Figura 19**

Gráfico de respuestas de pregunta N° 02

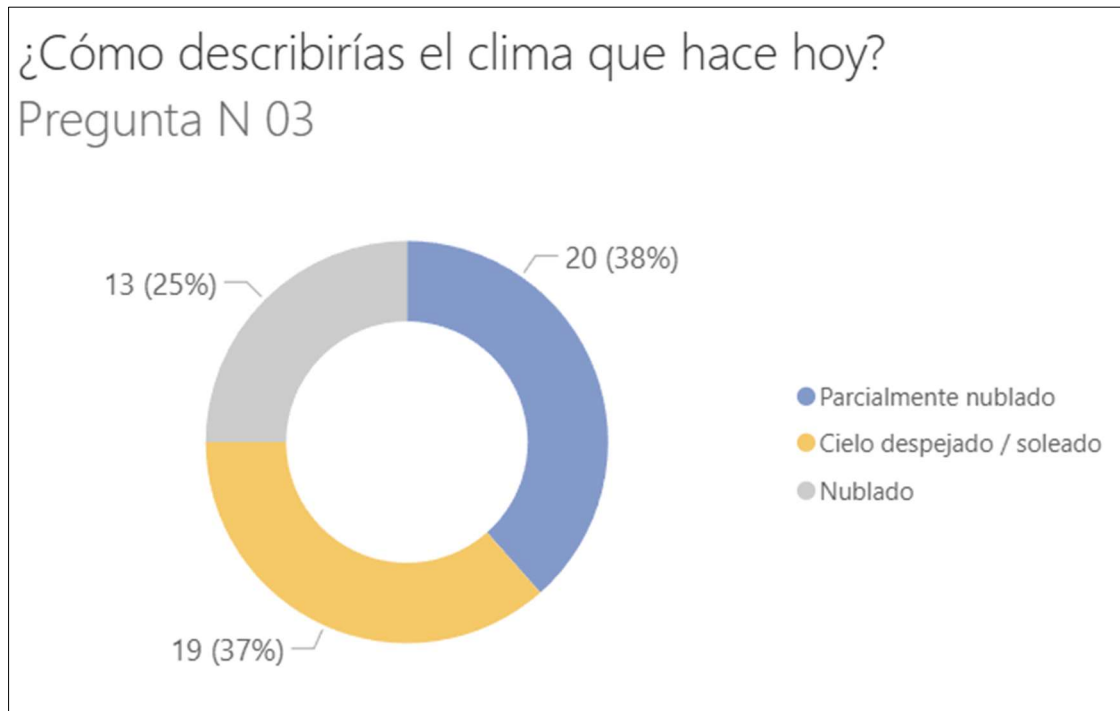


La pregunta N°3 sirve para realizar un contraste frente a como un estudiante describe el clima, frente a como lo siente. Es decir, algunos estudiantes se sintieron cómodos cuando el clima está nublado, frente a otros que se sienten mejor cuando está despejado. Además, es interesante conocer cómo se comportaron las notas de la evaluación frente al clima descrito por los estudiantes. En la figura 20 podemos observar el dashboard con los resultados asociados a la pregunta 03. El 38% de los estudiantes percibieron el clima como "Parcialmente nublado", y justamente ellos obtuvieron la mayor nota en promedio que fue de 14. La menor nota la obtuvieron los estudiantes que percibieron el clima como "Nublado". Pero en el mapa de calor, tenemos un resultado interesante, se observa una nota promedio de 17,2 con los estudiantes que colocaron un

confort térmico “Neutral” y “Parcialmente nublado” en clima percibido, deduciendo que los estudiantes se sienten cómodos con un ambiente parcialmente nublado, obteniendo una mayor nota en promedio.

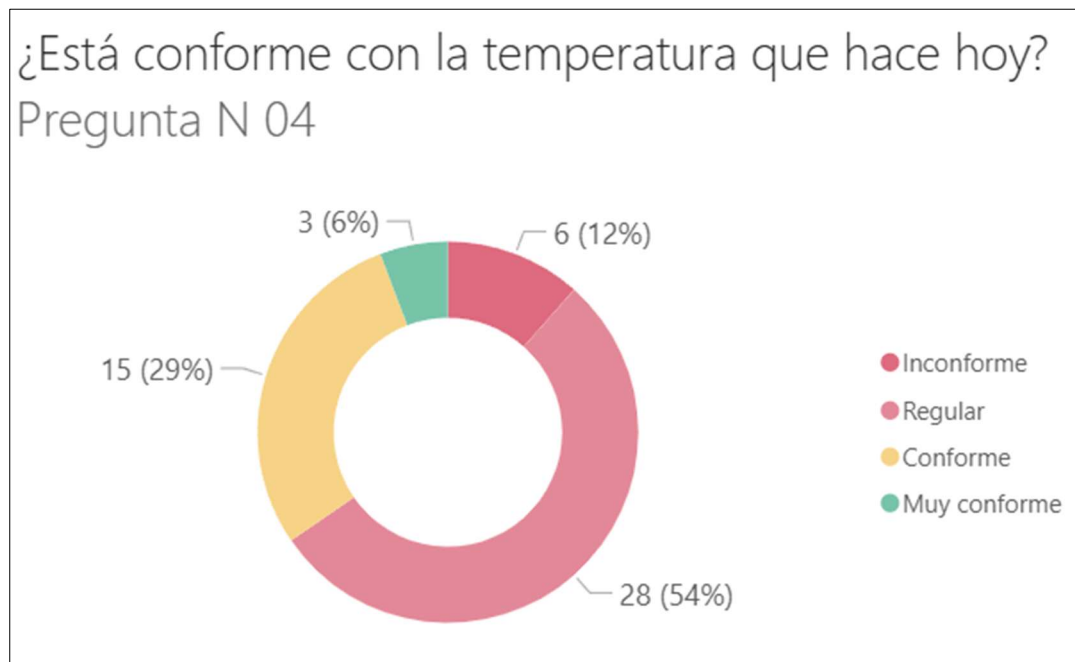
**Figura 20**

Dashboard de pregunta N° 03



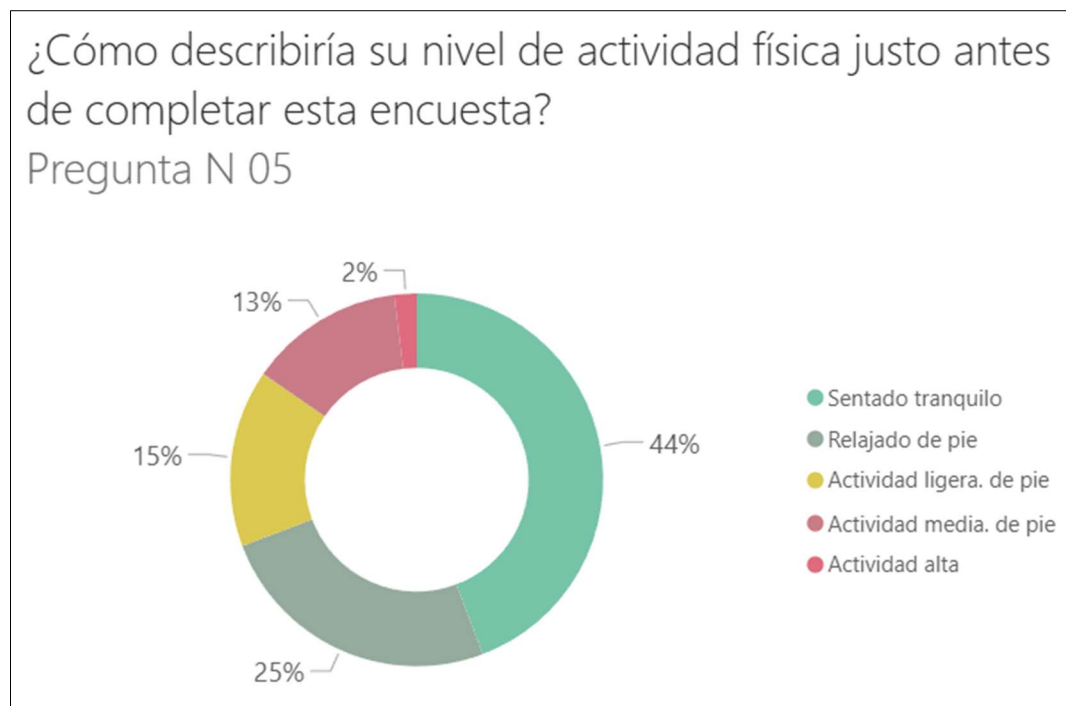
En esta investigación se consideró importante conocer la conformidad con la temperatura de la sesión de cada estudiante, por lo que la pregunta 04 hace referencia a eso. En la figura 21 obtuvimos resultados interesantes para nuestro análisis. La mayor parte de los estudiantes (54%) marcaron “Regular” en su nivel de conformidad con la temperatura, es decir que no llegaron a estar conformes con la temperatura del ambiente, pero también me propuse a comparar el promedio de la evaluación y se obtuvo que los estudiantes que colocaron “Muy conforme” son los que mayor nota en promedio obtuvieron (18). Esto nos puede dar una conclusión preliminar sobre que hay una fuerte relación frente a la conformidad del estudiante con el ambiente y su evaluación promedio resultante.

**Figura 21**  
Dashboard de pregunta N° 04



El nivel de actividad física previo a la prueba experimental de los estudiantes también puede afectar sus condiciones fisiológicas y, por lo tanto, afectar a los resultados de esta investigación, por lo que, en la figura 22 se presenta el dashboard asociado a la quinta pregunta del cuestionario.

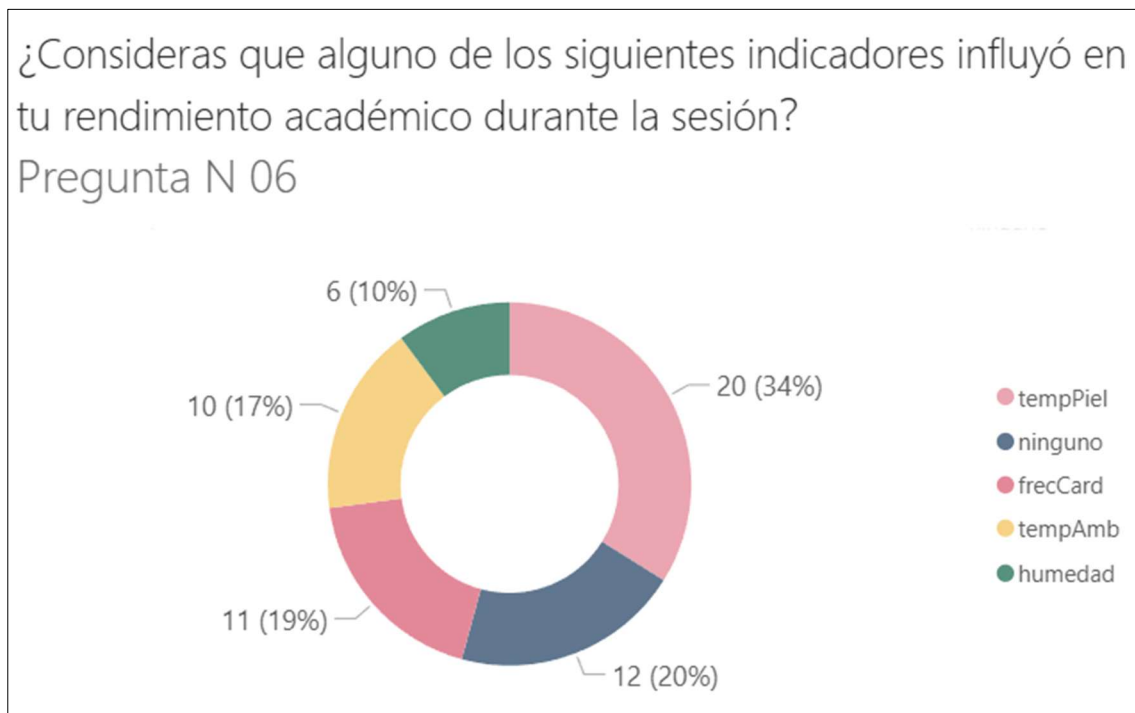
**Figura 22**  
Dashboard de pregunta N° 05



El 44% de los estudiantes estuvieron sentados y no realizaron actividad previa evaluación. Pero también se obtuvo un resultado inesperado, los estudiantes que presentaron mayor actividad física que el resto obtuvieron mejores resultados promedio en la evaluación, esto indica que la actividad física previa a una evaluación puede indicar mejores resultados académicos.

Finalmente, la última pregunta del cuestionario tuvo como objetivo conocer la opinión del estudiante con respecto a la importancia de los indicadores de la variable independiente usada en esta investigación, por lo tanto, se preguntó si alguno de esos indicadores influyó en su rendimiento académico. Además, también se dejó una pregunta abierta para conocer su opinión en forma de comentario sobre como esos indicadores afectan su rendimiento. Los resultados obtenidos están en la figura 23, el 34% de los estudiantes consideran que la temperatura de piel influye en su rendimiento, algunos comentarios indican estrés, nerviosismo, desconcentración e incomodidad. Aunque también cabe aclarar que, pese a sus comentarios, los alumnos que marcaron que ningún indicador influye en su rendimiento lo demostraron, obteniendo el mayor puntaje en promedio (15), lo que demuestra la veracidad de sus respuestas.

**Figura 23**  
Dashboard de pregunta N° 06



Este análisis complementario logrado gracias al cuestionario de percepción térmica me permitió conocer mi variable dependiente en un nivel subjetivo de cada estudiante, esta información también se incluyó en el análisis realizado con los resultados en el SPSS y fue clave para contrastar la hipótesis general de esta investigación. Los estudiantes firmaron un consentimiento informado antes de rellenar este cuestionario y antes de recolectar sus datos biométricos con los sensores, lo que permitió el análisis de esta investigación. Los dashboard desarrollados por cada pregunta se encuentran en el Anexo 05.

### 4.3. Contrastación de hipótesis

#### Prueba de normalidad

Para la contrastación de hipótesis, principalmente se debe comprobar si existe o no normalidad en los datos obtenidos en las variables de estudio. Para ello se aplicó una prueba de normalidad utilizando SPSS, agrupando a los estudiantes según si se encontraban o no en condiciones de bienestar térmico. En esta investigación se utilizó la prueba de Kolmogórov-Smirnov, debido a que mi muestra es grande ( $>30$ ). Para lo cual el criterio para determinar si los datos se distribuyen normalmente es:

- a)  $p \geq \alpha$ .      Aceptar  $H_0$  = Los datos provienen de una distribución normal
- b)  $p < \alpha$ .      Aceptar  $H_1$  = Los datos no provienen de una distribución normal

Se aplicó la prueba de normalidad con el nivel de confianza al 95%, margen de error 5%. Según el resultado del SPSS, el valor obtenido de  $p = 0,200$ . La tabla 10 presenta el resultado de la prueba de normalidad aplicado. Por lo tanto, se cumple que  $p \geq 0,05$  y podemos afirmar que: Se acepta  $H_0$ . Los datos provienen de una ***distribución normal***.

**Tabla 10**

Prueba de normalidad del bienestar térmico

| Bienestar térmico | Estadístico | gl | Sig.  |
|-------------------|-------------|----|-------|
| 0                 | 0,105       | 26 | 0,200 |
| 1                 | 0,098       | 26 | 0,200 |

## Prueba de igualdad de varianza

Seguidamente, debemos corroborar que existe una igualdad de varianza entre los grupos con bienestar térmico o no, para lo cual se aplicó la Prueba de Levene en SPSS, con la cual, el criterio para determinar si los datos presentan una igualdad de varianza es el siguiente:

- a)  $p \geq \alpha$ .      Aceptar  $H_0$  = Las varianzas son iguales
- b)  $p < \alpha$ .      Aceptar  $H_1$  = Existe diferencia significativa entre las varianzas.

**Tabla 11**  
Prueba de igualdad de varianza

| Valor | Criterio                                | Estadístico de Levene | gl1 | gl2    | Sig.  |
|-------|-----------------------------------------|-----------------------|-----|--------|-------|
| ID    | Se basa en la media                     | 0,789                 | 1   | 50     | 0,379 |
|       | Se basa en la mediana                   | 0,781                 | 1   | 50     | 0,381 |
|       | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,781                 | 1   | 47,715 | 0,381 |
|       | Se basa en la media recortada           | 0,796                 | 1   | 50     | 0,377 |

La homogeneidad de varianza basada en la media de los datos devolvió el valor de  $p = 0,379$ . Este valor se presenta en la tabla 11 como resumen. Por lo tanto, se cumple que  $p \geq 0,05$  y podemos afirmar que:

Se acepta  $H_0$ , las **varianzas son iguales**, ya que  $p$  es superior a alfa.

Una vez verificada la normalidad y la varianza de nuestros datos, podemos empezar a contrastar nuestra hipótesis con las pruebas estadísticas realizadas en SPSS.

### Contrastación hipótesis específica 1:

- a) La temperatura y la humedad impactan significativamente en el aprendizaje de los estudiantes utilizando Internet de las Cosas.

Para contrastar esta hipótesis, se ha utilizado un modelo de regresión lineal múltiple, utilizando variables de entrada: humedad y temperatura, para predecir la variable dependiente: evaluación.

Los resultados en el SPSS indican que  $R^2$  ajustado = 0,011, el cual se presenta en la tabla 12, este valor nos indica que las variables de entrada solamente explican el 1.1% de la variabilidad de la evaluación obtenida.

**Tabla 12**

Regresión lineal entre temperatura y humedad con evaluación

| Variables            | R     | $R^2$ | $R^2$ ajustado | Error estándar |
|----------------------|-------|-------|----------------|----------------|
| Temperatura, humedad | 0,224 | 0,50  | 0,011          | 4,637          |

También en los resultados ANOVA individuales obtuvo  $p = 0,285$ , lo que quiere decir que no es significativo, ese resultado se observa en la tabla 13. Además, en la tabla 14, tenemos los resultados de los coeficientes individuales, donde se obtiene  $p = 0,135$  para la temperatura y  $p = 0,119$  para la humedad.

**Tabla 13**

Resultados de ANOVA individuales: temperatura y humedad

|           | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F     | Sig.  |
|-----------|-------------------|----|------------------|-------|-------|
| Regresión | 55,43             | 2  | 27,72            | 1,289 | 0,285 |
| Residuo   | 1053,64           | 49 | 21,50            |       |       |
| Total     | 1109,08           | 51 |                  |       |       |

**Tabla 14**

Resultados de coeficientes individuales: temperatura y humedad

|             | B        | Desv.<br>Error | Coeficientes<br>estandarizados | t      | Sig.  |
|-------------|----------|----------------|--------------------------------|--------|-------|
| (Constante) | -106,020 | 76,469         |                                | -1,386 | 0,172 |
| Temperatura | 2,587    | 1,704          | 1,226                          | 1,519  | 0,135 |
| Humedad     | 1,173    | 0,739          | 1,280                          | 1,586  | 0,119 |

La interpretación de este modelo de regresión lineal múltiple indica que la temperatura y la humedad *no tienen relación lineal significativa* con el rendimiento académico.

Dado esos resultados obtenidos, también se utilizó el modelo de correlación de Pearson en el SPSS. Los resultados se pueden observar en la tabla 15, en donde podremos visualizar si cada variable individual tiene relación con la nota. La temperatura obtiene  $r = -0,035$ , es decir que casi no hay relación y  $p = 0,805$ , es decir que la relación no es significativa.

**Tabla 15**

Correlación de Pearson entre temperatura y humedad con evaluación

|             |                        | temperatura | humedad | evaluación |
|-------------|------------------------|-------------|---------|------------|
| temperatura | Correlación de Pearson | 1           | -0,985  | -0,035     |
|             | Sig. (bilateral)       |             | < 0,001 | 0,805      |
|             | N                      | 52          | 52      | 52         |
| Humedad     | Correlación de Pearson | -0,985      | 1       | 0,073      |
|             | Sig. (bilateral)       | < 0,001     |         | 0,609      |
|             | N                      | 52          | 52      | 52         |
| evaluación  | Correlación de Pearson | -0,035      | 0,703   | 1          |
|             | Sig. (bilateral)       | 0,805       | 0,609   |            |
|             | N                      | 52          | 52      | 52         |

Para el caso de la humedad se obtuvo que  $r = 0,073$  y  $p = 0,609$ . Los resultados en resumen se presentan en resumen en la Tabla 16. Ambos casos confirman lo mismo, ***no hay una correlación significativa.***

**Tabla 16**

Resultados correlación Pearson: temperatura y humedad

| Variable    | N  | Sig   | r      |
|-------------|----|-------|--------|
| Temperatura | 52 | 0,805 | -0,035 |
| Humedad     | 52 | 0,609 | 0,073  |

También se analizó la correlación mediante Kendall y Spearman como se observa en la tabla 17, los resultados obtenidos fueron los siguientes: Kendall: temperatura  $r = 0,010$  y  $p = 0,924$ ; humedad  $r = 0,107$  y  $p = 0,289$ . Spearman: temperatura  $r = -0,003$  y  $p = 0,983$ ; humedad  $r = 0,139$  y  $p = 0,325$ .

**Tabla 17**

Kendall y Spearman entre temperatura y humedad con evaluación

|                  |             |       | temperatura | humedad | evaluacion |
|------------------|-------------|-------|-------------|---------|------------|
| Tau_b de Kendall | temperatura | Coef. | 1           | -0,571  | 0,010      |
|                  |             | Sig.  |             | < 0,001 | 0,924      |
|                  |             | N     | 52          | 52      | 52         |
|                  | humedad     | Coef. | -0,571      | 1       | 0,107      |
|                  |             | Sig.  | < 0,001     |         | 0,289      |
|                  |             | N     | 52          | 52      | 52         |
|                  | evaluacion  | Coef. | 0,010       | 0,107   | 1          |
|                  |             | Sig.  | 0,924       | 0,289   |            |
|                  |             | N     | 52          | 52      | 52         |
| Rho de Spearman  | temperatura | Coef. | 1           | -0,711  | -0,003     |
|                  |             | Sig.  |             | < 0,001 | 0,983      |
|                  |             | N     | 52          | 52      | 52         |
|                  | humedad     | Coef. | -0,711      | 1       | 0,139      |
|                  |             | Sig.  | < 0,001     |         | 0,325      |
|                  |             | N     | 52          | 52      | 52         |
|                  | evaluacion  | Coef. | -0,003      | 0,139   | 1          |
|                  |             | Sig.  | 0,983       | 0,325   |            |
|                  |             | N     | 52          | 52      | 52         |

Por lo tanto, Spearman y Kendall confirman lo mismo que Pearson, ***no hay correlación significativa*** individual entre la temperatura ambiental y humedad con el rendimiento académico.

Finalmente, para esta hipótesis se analizó un modelo de regresión no lineal cuadrática múltiple. Esta prueba buscó identificar si existe una relación curva o no lineal entre la temperatura, la humedad y el rendimiento académico. Para ello, en SPSS se ingresó el siguiente modelo:

$$evaluación = b0 + b1 * t + b2 * t^2 + b3 * h + b2 * h^2$$

En donde: t = temperatura y h = humedad

Este modelo debe servir si tanto temperaturas muy altas como muy bajas reducen el rendimiento. Los resultados se pueden observar en la tabla 18,  $R^2 = 0,100$ , lo que quiere decir que el ***modelo logra explicar el 10%*** de la variabilidad del rendimiento académico. Este valor es superior al modelo lineal, lo cual representa una mejora en el

modelo. Sin embargo, ninguno de los coeficientes individuales resultó significativo, ya que todos los intervalos de confianza incluyen el valor 0.

**Tabla 18**

Regresión cuadrática múltiple: temperatura y humedad con evaluación

| Origen                | Suma de cuadrados | gl | Medias cuadráticas |
|-----------------------|-------------------|----|--------------------|
| Regresión             | 9319,704          | 5  | 1863,941           |
| Residuo               | 998,296           | 47 | 21,240             |
| Total, sin corrección | 10318,000         | 52 |                    |
| Total, corregido      | 1109,077          | 51 |                    |

Finalmente, a pesar de que el modelo cuadrático tiene un  $R^2$  de 0,100, lo que sugiere que explica una 10 % de la variabilidad del rendimiento académico, ninguna de las variables tiene un efecto estadísticamente significativo. Por lo tanto, hipótesis específica 1 *no se valida estadísticamente*.

#### Contrastación hipótesis específica 2:

- b) La temperatura de piel y la frecuencia cardiaca impactan significativamente en el aprendizaje de los estudiantes utilizando Internet de las Cosas.

Para contrastar esta hipótesis, se ha utilizado un modelo de regresión lineal múltiple, utilizando variables de entrada: temperatura de piel y frecuencia cardiaca, para predecir la variable dependiente: evaluación. Los resultados del modelo de regresión lineal en resumen se presentan en la tabla 19.

**Tabla 19**

Regresión lineal: temperatura de piel, frecuencia cardiaca y evaluación

| Variables           | R     | $R^2$ | $R^2$ ajustado | Error estándar |
|---------------------|-------|-------|----------------|----------------|
| Temperatura de piel | 0,173 | 0,030 | - 0,010        | 4,685          |
| Frecuencia cardiaca |       |       |                |                |

Los resultados en el SPSS indican que  $R^2$  ajustado = -0,010, lo cual indica que el modelo no explica adecuadamente la variabilidad de las notas, e incluso es menor que cero, lo que sugiere que el modelo no aporta mejora frente a un promedio simple. Además, en la tabla 20, tenemos los resultados de los coeficientes individuales, donde se obtiene  $p = 0,601$  para la temperatura de piel y  $p = 0,374$  para la frecuencia cardiaca.

**Tabla 20**

Coeficientes: temperatura de piel y frecuencia cardiaca

|                    | <b>B</b> | <b>Desv.<br/>Error</b> | <b>Coeficientes<br/>estandarizados</b> | <b>t</b> | <b>Sig.</b> |
|--------------------|----------|------------------------|----------------------------------------|----------|-------------|
| (Constante)        | 9,217    | 9,859                  |                                        | 0,935    | 0,354       |
| temperaturaPiel    | -0,089   | 0,169                  | -0,078                                 | -0,527   | 0,601       |
| frecuenciaCardiaca | 0,095    | 0,106                  | 0,133                                  | 0,898    | 0,374       |

La interpretación de este modelo de regresión lineal múltiple indica que la temperatura de piel y la frecuencia cardiaca *no tienen relación lineal significativa* con el rendimiento académico.

Dados estos resultados, se aplicó también el modelo de correlación de Pearson en el SPSS. En la tabla 21 podemos ver los resultados de la correlación de Pearson, en donde se obtuvieron valores de  $r = -0,119$  y  $p = 0,401$  para la temperatura de piel, y  $r = 0,157$  y  $p = 0,267$  para la frecuencia cardiaca. En ambos casos, *no se evidenció correlación significativa*.

**Tabla 21**

Pearson: temperatura de piel, frecuencia cardiaca y evaluación

|                        |             | <b>Temperatura Piel</b> | <b>frecuencia<br/>Cardiaca</b> | <b>evaluacion</b> |
|------------------------|-------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Temperatura<br>Piel    | Correlación | 1                       | -0,308                         | -0,119            |
|                        | Sig.        |                         | 0,026                          | 0,401             |
|                        | N           | 52                      | 52                             | 52                |
| Frecuencia<br>Cardiaca | Correlación | -0,308                  | 1                              | 0,157             |
|                        | Sig.        | 0,026                   |                                | 0,267             |
|                        | N           | 52                      | 52                             | 52                |
| evaluacion             | Correlación | -0,119                  | 0,157                          | 1                 |
|                        | Sig.        | 0,401                   | 0,267                          |                   |
|                        | N           | 52                      | 52                             | 52                |

También se analizó la correlación no paramétrica mediante Kendall y Spearman. Los resultados en resumen se presentan en las tablas 23 y 24, los valores obtenidos fueron los siguientes: Kendall: temperatura de piel  $r = 0,058$  y  $p = 0,562$ ; frecuencia cardiaca  $r = 0,113$  y  $p = 0,261$ . Spearman: temperatura de piel  $r = -0,101$  y  $p = 0,477$ ; frecuencia cardiaca  $r = 0,172$  y  $p = 0,222$ .

**Tabla 22**

Correlación Kendall: temperatura de piel y frecuencia cardiaca

| Variable            | N  | Sig   | r     |
|---------------------|----|-------|-------|
| Temperatura de piel | 52 | 0,924 | 0,010 |
| Frecuencia cardiaca | 52 | 0,289 | 0,107 |

**Tabla 23**

Correlación Spearman: temperatura de piel y frecuencia cardiaca

| Variable            | N  | Sig   | r      |
|---------------------|----|-------|--------|
| Temperatura de piel | 52 | 0,983 | -0,003 |
| Frecuencia cardiaca | 52 | 0,325 | 0,139  |

Por lo tanto, Spearman y Kendall confirman lo mismo que Pearson, *no existe una correlación significativa* individual entre la temperatura de piel y frecuencia cardiaca con el rendimiento académico.

Finalmente, para esta hipótesis también se analizó un modelo de regresión no lineal cuadrática múltiple, buscando identificar una posible relación curva entre las variables. Para ello, se utilizó el siguiente modelo en el SPSS:

$$evaluación = b_0 + b_1 * tc + b_2 * tc^2 + b_3 * f + b_4 * f^2$$

En donde: tc = temperatura de piel y f = frecuencia cardiaca

Este modelo permitiría detectar si tanto valores muy altos como bajos afectan negativamente el rendimiento. Los resultados de este modelo se presentan en la tabla 24 e indican un  $R^2 = 0,155$ , lo que sugiere que el *modelo logra explicar el 15,5%* de la variabilidad en la nota, mejorando respecto a los modelos anteriores. Sin embargo, ninguno de los coeficientes del modelo resultó significativo, ya que todos los intervalos de confianza al 95% incluyen el valor cero.

**Tabla 24**  
Resultados regresión cuadrática

| Origen                | Suma de cuadrados | gl | Medias cuadráticas |
|-----------------------|-------------------|----|--------------------|
| Regresión             | 9381,315          | 5  | 1876,263           |
| Residuo               | 936,685           | 47 | 19,929             |
| Total, sin corrección | 10318,000         | 52 |                    |
| Total, corregido      | 1109,077          | 51 |                    |

Por lo tanto, a pesar de que, este modelo tiene una mayor capacidad explicativa, no se puede afirmar que las variables tengan un efecto estadísticamente significativo sobre la evaluación. Por lo tanto, hipótesis específica 2 *no se valida estadísticamente*.

Finalmente, con este análisis individual de cada una de las variables, se puede concluir que las variables independientes analizadas de manera aislada *no presentan una relación significativa* con el rendimiento académico.

### Contrastación hipótesis específica 3:

- c) Existe una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes según la presencia o ausencia de bienestar térmico.

Para contrastar esta hipótesis, se utilizó la prueba T de Student para muestras independientes en SPSS.

El criterio para determinar si los datos presentan una distribución normal, donde  $\alpha = 0,05$ , es el siguiente:

- a)  $p \geq \alpha$ . Aceptar  $H_0$  = No existe una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes según la presencia o ausencia de bienestar térmico.
- b)  $p < \alpha$ . Aceptar  $H_1$  = Sí existe una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes según la presencia o ausencia de bienestar térmico.

En la Tabla 25, se presentan las estadísticas que el SPSS presentó con la prueba T de Student, donde claramente se observa una diferencia entre la evaluación promedio media entre los dos grupos.

**Tabla 25**

Estadísticas de grupo Prueba T de Student para muestras independientes

| Bienestar térmico | N  | Media | Desv. Estándar | Media de error estándar |
|-------------------|----|-------|----------------|-------------------------|
| 0                 | 26 | 0,105 | 26             | 0,200                   |
| 1                 | 26 | 0,098 | 26             | 0,200                   |

Del mismo modo que en la prueba de normalidad, se agrupó a los estudiantes según si se encontraban o no en condiciones de bienestar térmico. Los resultados de la prueba T de Student se pueden observar en la tabla 26, y se puede observar que se mostró una diferencia significativa en el rendimiento académico con un promedio de -4.46 puntos entre ambos grupos.

**Tabla 26**

Resultados en SPSS de prueba T de Student

|            |                                | Sig.    | Diferencia de medias | Error estándar |
|------------|--------------------------------|---------|----------------------|----------------|
| evaluacion | Se asumen varianzas iguales    | < 0,001 | -4,462               | 1,144          |
|            | No se asumen varianzas iguales | < 0,001 | -4,462               | 1,144          |

Los resultados en resumen se observan en la tabla 27 en donde, podemos observar que el valor  $p < 0,001$ , por lo tanto, podemos afirmar que:

Se acepta H1, **sí existe una diferencia significativa** en el rendimiento académico de los estudiantes según la presencia o ausencia de bienestar térmico.

**Tabla 27**

Resultados resumen prueba T de Student

| Variable dependiente | Criterio                       | Sig.<br>P de un factor | Sig.<br>P de dos factores |
|----------------------|--------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Evaluación           | Se asumen varianzas iguales    | < 0,001                | < 0,001                   |
|                      | No se asumen varianzas iguales | < 0,001                | < 0,001                   |

### Contrastación hipótesis general:

- El bienestar térmico impacta significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann en Tacna en el año 2025.

Para contrastar esta hipótesis, se ha utilizado un modelo de regresión lineal múltiple, utilizando variables de entrada: temperatura, humedad, temperatura de piel y frecuencia cardíaca, para predecir la variable dependiente: evaluación. Es decir, se utilizan todas las variables independientes para intentar predecir la dependiente.

Los resultados obtenidos se pueden visualizar en la tabla 28 e indican que  $R^2$  ajustado = 0,003, lo cual explica el 0,3% de variabilidad en la nota, es decir básicamente una nula variabilidad con este modelo.

**Tabla 28**  
Resultados modelo de regresión lineal

| Variables           | R     | $R^2$ | $R^2$ ajustado | Error estándar |
|---------------------|-------|-------|----------------|----------------|
| temperatura         |       |       |                |                |
| humedad             |       |       |                |                |
| temperatura de piel | 0,285 | 0,081 | 0,003          | 4,656          |
| frecuencia cardíaca |       |       |                |                |

En los resultados ANOVA individuales se obtuvo p, el cual se obtuvo que  $p = 0,397$ , lo que quiere decir que no se obtuvieron resultados significativos de impacto con este modelo. Los resultados ANOVA individuales se pueden observar en la tabla 29 y los resultados de los coeficientes individuales se presentan en la tabla 30.

**Tabla 29**  
Resultados ANOVA individuales

|           | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F     | Sig.  |
|-----------|-------------------|----|------------------|-------|-------|
| Regresión | 90,127            | 4  | 22,532           | 1,039 | 0,397 |
| Residuo   | 1018,950          | 47 | 21,680           |       |       |
| Total     | 1109,077          | 51 |                  |       |       |

**Tabla 30**

Coeficientes individuales del modelo de regresión lineal

| Variable            | Sig   |
|---------------------|-------|
| Temperatura         | 0,113 |
| Humedad             | 0,126 |
| Temperatura de piel | 0,703 |
| Frecuencia cardiaca | 0,270 |

Se observa que ninguna de las variables independientes muestra una significancia estadística individual ( $p < 0,05$ ). No obstante, estos resultados sugieren que el bienestar térmico, como constructo global, podría tener mayor poder explicativo cuando se analiza desde una perspectiva categórica, como fue evidenciado mediante la prueba T de Student, apoyando la idea de que el impacto del bienestar térmico en el rendimiento académico tiene un comportamiento más complejo y no necesariamente lineal.

Por lo tanto, lo siguiente que se realizó fue agrupamientos mediante análisis de clústeres con 2 grupos ( $k=2$ ) utilizando solo variables objetivas para trabajar con la prueba ANOVA. No se obtuvieron buenos resultados con esa agrupación, por lo tanto, se realizó un agrupamiento de 3 clústeres mediante el SPSS, como se observa en la tabla 31.

**Tabla 31**

Agrupación de variables por clústeres en SPSS

|                     | Clúster 1 | Clúster 2 | Clúster 3 |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| Temperatura         | 15,66     | 21,39     | 21,41     |
| Humedad             | 67,36     | 54,58     | 54,49     |
| Temperatura de piel | 21,29     | 28,61     | 28,40     |
| Frecuencia cardiaca | 78,00     | 61,98     | 71,52     |

Con este modelo obtuvimos resultados exitosos en la investigación, pero fue clave agregar una variable más que no se estaba considerando, la cual fue el confort térmico percibido del estudiante, el cual obtuvimos mediante las respuestas de la primera pregunta del cuestionario del confort térmico aplicado en las pruebas experimentales, en donde calificaban entre el -3 al 3. Los centros de clústeres completos se detallan en la tabla 32.

**Tabla 32**  
Agrupación por clústeres final

| Variable            | Clúster 1 | Clúster 2 | Clúster 3 |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| Temperatura         | 15,66     | 21,39     | 21,41     |
| Humedad             | 67,36     | 54,58     | 54,49     |
| Temperatura piel    | 21,29     | 28,61     | 28,40     |
| Frecuencia cardiaca | 78        | 61,98     | 71,52     |
| Percepción          | -2        | 0         | 0         |

- Clúster 1: Condiciones de frío ambiental y corporal, altas pulsaciones y percepción negativa del confort térmico.
- Clúster 2 y 3: Condiciones neutras y estables, con mejor percepción térmica y menor número de pulsaciones.

Por lo tanto, con esta agrupación de clústeres, se aplicó un ANOVA de un factor con la variable dependiente: evaluación y como factor la pertenencia a clúster: “CLÚSTER\_1”. En la tabla 33 se presenta un resumen de los resultados, donde se visualiza que se obtuvo un valor de  $p = 0,038$ .

**Tabla 33**  
Resultados del modelo ANOVA de un factor en clústeres

| Variable   | Criterio         | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F    | Sig.  |
|------------|------------------|-------------------|----|------------------|------|-------|
| Evaluación | Entre grupos     | 138,07            | 2  | 69,03            | 3,48 | 0,038 |
|            | Dentro de grupos | 971,01            | 49 | 19,82            |      |       |
|            | Total            | 1109,08           | 51 |                  |      |       |

Por lo tanto, al ser  $p < 0,05$ , se comprueba estadísticamente que efectivamente el bienestar térmico **sí impacta significativamente** en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann en Tacna en el año 2025.

A diferencia de los modelos anteriores que se utilizaron en la contrastación de hipótesis, este análisis integrado permitió identificar que el bienestar térmico, impacta significativamente en el rendimiento académico en el grupo con condiciones más desfavorables, ya que este mostró menor evaluación promedio en comparación con los grupos de confort térmico adecuado.

Si bien los indicadores de las dimensiones ambientales y corporales analizadas individualmente en la hipótesis específica 1 y 2 previamente no presentaron efectos estadísticamente significativos en el rendimiento académico, el modelo global que considera la presencia o ausencia de bienestar térmico como una condición integral sí mostró una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes.

Por lo tanto, la hipótesis general se valida estadísticamente, ya que, aunque no sea atribuible de forma aislada, ***sí existe evidencia estadística*** que demuestra que el bienestar térmico como estado compuesto impacta significativamente en el rendimiento académico.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

#### 5.1. Pruebas de validación del modelo experimental

La validación del modelo experimental se hizo a través de la validación de sus instrumentos recolectores de los indicadores. Se realizó una calibración de los circuitos previa a su implementación, donde se obtuvieron valores similares entre los sensores, esto me permitió poder aplicar los instrumentos de medición a los alumnos durante las pruebas experimentales que se hicieron posterior a la calibración. En la figura 47, se presentan las evidencias de la calibración de los instrumentos con el presente investigador. Además, en las figuras 48 y 49 se presentan las evidencias de los valores similares entre sensores que se obtuvieron para confirmar que los sensores estaban completamente calibrados y validados.

**Figura 24**  
Evidencias de calibración de instrumentos



**Figura 25**

Evidencias de calibración de instrumento ambiental

| Result Grid |       |                     |             |         | Filter Rows: | Export |
|-------------|-------|---------------------|-------------|---------|--------------|--------|
|             | kitId | fecha               | temperatura | humedad |              |        |
|             | 1     | 2025-06-29 20:22:58 | 20.90       | 61.70   |              |        |
|             | 2     | 2025-06-29 20:23:04 | 19.50       | 64.50   |              |        |
|             | 1     | 2025-06-29 20:23:10 | 20.90       | 61.80   |              |        |
|             | 2     | 2025-06-29 20:23:16 | 19.50       | 64.50   |              |        |
|             | 1     | 2025-06-29 20:23:21 | 20.90       | 61.90   |              |        |
|             | 2     | 2025-06-29 20:23:28 | 19.50       | 64.70   |              |        |
|             | 1     | 2025-06-29 20:23:33 | 20.90       | 61.90   |              |        |
|             | 2     | 2025-06-29 20:23:40 | 19.50       | 64.50   |              |        |
|             | 1     | 2025-06-29 20:23:45 | 20.90       | 61.80   |              |        |
|             | 2     | 2025-06-29 20:23:51 | 19.50       | 64.50   |              |        |
|             | 1     | 2025-06-29 20:23:56 | 20.90       | 61.70   |              |        |
|             | 2     | 2025-06-29 20:24:04 | 19.50       | 64.40   |              |        |
|             | 1     | 2025-06-29 20:24:08 | 20.90       | 61.80   |              |        |
|             | 2     | 2025-06-29 20:24:18 | 19.50       | 64.40   |              |        |
|             | 1     | 2025-06-29 20:24:20 | 20.80       | 62.00   |              |        |
|             | 2     | 2025-06-29 20:24:29 | 19.40       | 64.50   |              |        |
|             | 1     | 2025-06-29 20:24:32 | 20.90       | 62.00   |              |        |
|             | 2     | 2025-06-29 20:24:42 | 19.50       | 64.30   |              |        |
|             | 1     | 2025-06-29 20:24:43 | 20.90       | 61.90   |              |        |
|             | 2     | 2025-06-29 20:24:54 | 19.50       | 64.70   |              |        |
|             | 1     | 2025-06-29 20:24:55 | 20.90       | 61.90   |              |        |
|             | 2     | 2025-06-29 20:25:06 | 19.50       | 64.70   |              |        |
|             | 1     | 2025-06-29 20:25:06 | 20.90       | 61.90   |              |        |
|             | 2     | 2025-06-29 20:25:18 | 19.40       | 64.90   |              |        |
|             | 1     | 2025-06-29 20:25:18 | 20.90       | 61.80   |              |        |
|             | 2     | 2025-06-29 20:25:33 | 19.50       | 64.90   |              |        |
|             | 2     | 2025-06-29 20:25:46 | 19.50       | 64.50   |              |        |
|             | 3     | 2025-06-29 20:31:01 | 20.90       | 63.50   |              |        |
|             | 3     | 2025-06-29 20:31:12 | 21.00       | 63.50   |              |        |

Los valores presentados obtenidos de la calibración de sensores demuestran un alto grado de fiabilidad del instrumento.

**Figura 26**

Evidencias de calibración de instrumento corporal

|  | kitId | fecha               | temperaturaPiel | bpm   |
|--|-------|---------------------|-----------------|-------|
|  | 4     | 2025-06-29 20:21:46 | 32.11           | 66.00 |
|  | 7     | 2025-06-29 20:21:48 | 29.97           | 84.00 |
|  | 6     | 2025-06-29 20:21:55 | 30.85           | 78.00 |
|  | 7     | 2025-06-29 20:21:58 | 30.05           | 90.00 |
|  | 6     | 2025-06-29 20:22:05 | 31.19           | 78.00 |
|  | 4     | 2025-06-29 20:22:06 | 32.91           | 60.00 |
|  | 7     | 2025-06-29 20:22:08 | 30.11           | 90.00 |
|  | 6     | 2025-06-29 20:22:15 | 31.49           | 78.00 |
|  | 4     | 2025-06-29 20:22:16 | 34.33           | 72.00 |
|  | 7     | 2025-06-29 20:22:18 | 30.03           | 84.00 |
|  | 5     | 2025-06-29 20:22:19 | 27.99           | 60.00 |
|  | 4     | 2025-06-29 20:22:26 | 31.75           | 60.00 |
|  | 7     | 2025-06-29 20:22:28 | 30.29           | 84.00 |
|  | 8     | 2025-06-29 20:22:35 | 24.09           | 66.00 |
|  | 6     | 2025-06-29 20:22:35 | 34.39           | 66.00 |
|  | 4     | 2025-06-29 20:22:36 | 31.63           | 72.00 |
|  | 7     | 2025-06-29 20:22:38 | 30.19           | 84.00 |
|  | 8     | 2025-06-29 20:22:45 | 24.69           | 66.00 |
|  | 6     | 2025-06-29 20:22:45 | 33.51           | 66.00 |
|  | 4     | 2025-06-29 20:22:46 | 32.09           | 72.00 |
|  | 7     | 2025-06-29 20:22:48 | 30.09           | 84.00 |
|  | 8     | 2025-06-29 20:22:55 | 24.81           | 60.00 |
|  | 7     | 2025-06-29 20:22:58 | 30.45           | 84.00 |
|  | 5     | 2025-06-29 20:22:59 | 27.67           | 60.00 |
|  | 8     | 2025-06-29 20:23:05 | 24.83           | 60.00 |
|  | 7     | 2025-06-29 20:23:08 | 30.25           | 78.00 |
|  | 5     | 2025-06-29 20:23:09 | 27.81           | 66.00 |
|  | 6     | 2025-06-29 20:23:15 | 33.71           | 66.00 |
|  | 7     | 2025-06-29 20:23:18 | 30.17           | 84.00 |

Por otro lado, también se aplicó la validez por parte de los expertos a los tres instrumentos empleados en esta investigación. Cada instrumento fue evaluado por 3 jueces expertos quienes calificaron en una escala de valoración del 1 al 5. A continuación, los resultados de la validación de los jueces expertos se presentan en las tablas 28, 29 y 30 respectivamente.

**Tabla 34**

Calificaciones de los jueces del instrumento 01

| <b>Criterio</b> | <b>Juez 1</b> | <b>Juez 2</b> | <b>Juez 3</b> | <b>Promedio</b> | <b>V de aiken</b> |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Claridad        | 5             | 5             | 5             | 5,00            | 1,00              |
| Objetividad     | 5             | 4             | 4             | 4,33            | 0,83              |
| Actualidad      | 5             | 5             | 4             | 4,67            | 0,92              |
| Suficiencia     | 5             | 5             | 5             | 5,00            | 1,00              |
| Organización    | 5             | 5             | 5             | 5,00            | 1,00              |
| Intencionalidad | 5             | 5             | 5             | 5,00            | 1,00              |
| Consistencia    | 5             | 5             | 4             | 4,67            | 0,92              |
| Coherencia      | 5             | 5             | 4             | 4,67            | 0,92              |
| Metodología     | 5             | 5             | 4             | 4,67            | 0,92              |
| Pertinencia     | 5             | 5             | 4             | 4,67            | 0,92              |

**Tabla 35**

Calificaciones de los jueces del instrumento 02

| <b>Criterio</b> | <b>Juez 1</b> | <b>Juez 2</b> | <b>Juez 3</b> | <b>Promedio</b> | <b>V de aiken</b> |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Claridad        | 5             | 5             | 5             | 5,00            | 1,00              |
| Objetividad     | 5             | 4             | 4             | 4,33            | 0,83              |
| Actualidad      | 5             | 5             | 4             | 4,67            | 0,92              |
| Suficiencia     | 5             | 5             | 5             | 5,00            | 1,00              |
| Organización    | 5             | 5             | 5             | 5,00            | 1,00              |
| Intencionalidad | 5             | 5             | 5             | 5,00            | 1,00              |
| Consistencia    | 5             | 5             | 4             | 4,67            | 0,92              |
| Coherencia      | 5             | 5             | 4             | 4,67            | 0,92              |
| Metodología     | 5             | 5             | 4             | 4,67            | 0,92              |
| Pertinencia     | 5             | 5             | 4             | 4,67            | 0,92              |

**Tabla 36**

Calificaciones de los jueces del instrumento 03

| Criterio        | Juez 1 | Juez 2 | Juez 3 | Promedio | V de aiken |
|-----------------|--------|--------|--------|----------|------------|
| Claridad        | 5      | 5      | 5      | 5,00     | 1,00       |
| Objetividad     | 5      | 4      | 4      | 4,33     | 0,83       |
| Actualidad      | 5      | 5      | 4      | 4,67     | 0,92       |
| Suficiencia     | 5      | 5      | 5      | 5,00     | 1,00       |
| Organización    | 5      | 5      | 5      | 5,00     | 1,00       |
| Intencionalidad | 5      | 5      | 5      | 5,00     | 1,00       |
| Consistencia    | 5      | 5      | 4      | 4,67     | 0,92       |
| Coherencia      | 5      | 5      | 4      | 4,67     | 0,92       |
| Metodología     | 5      | 5      | 4      | 4,67     | 0,92       |
| Pertinencia     | 5      | 5      | 4      | 4,67     | 0,92       |

En los resultados de la validación se obtuvo una V de Aiken global de 0,94. Por lo tanto, al obtener un coeficiente V de Aiken (  $> 0,70$  ) queda demostrado que los instrumentos utilizados en esta investigación presentan evidencia científica de validez de contenido en los criterios evaluados. La evidencia de la validación de los instrumentos se encuentra en el anexo 02.

## 5.2. Aplicación de la tecnología encontrada

La solución desarrollada fue desarrollada con la arquitectura web desarrollada en Next JS y una base de datos MySQL, ambos hospedados en el servidor de la universidad Tutupaca, lo que permitió no tener gastos sobre el hospedaje del sistema. Tener el servidor siempre disponible permitió el registro continuo de datos y su visualización en tiempo real, permitiéndome monitorear y validar los datos ambientales y corporales en las pruebas experimentales.

El sistema desarrollado se basó en el uso de los microcontroladores ESP32, sensores DHT22, sensores MLX90614 t sensores de pulso, todos estaban interconectados mediante la red Wi-Fi de mi dispositivo móvil. Esta solución permitió una fácil integración de las tecnologías en el ambiente universitario, además de una correcta supervisión de los datos y detección de fallas. Posteriormente, se generó un reporte en Power BI conectado con la base de datos MySQL para su análisis histórico.

### 5.3. Contraste con trabajos de investigación similares

El estudio de Jiang et al., (2019) sirvió como base conceptual para el presente trabajo. En dicho estudio, se demostró que el confort térmico influye en el aprendizaje siguiendo una curva en forma de “U invertida”, donde tanto el exceso como el déficit de confort reducen el rendimiento. Este patrón fue también observado en los datos recolectados: los niveles de evaluación más altos se registraron en condiciones de confort térmico neutral o ligeramente favorable, mientras que tanto el discomfort por frío como por calor se asociaron a menores evaluaciones. Además, en la investigación de Jiang utilizaron una muestra de 25 estudiantes universitarios aleatorios, mientras que la muestra en esta presente investigación es más del doble. También cabe mencionar que Jiang utilizó sesiones de 1,25 horas individuales con cada alumno y manipuló las condiciones de temperatura modificándola con equipos de aire acondicionado, mientras que en este proyecto se aprovechó el cambio natural de temperatura que trajo utilizar diferentes horarios para los grupos de los estudiantes.

El estudio de Ramli (2018) demostró que tanto los factores ambientales: temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del aire, como fisiológicos: tasa metabólica, nivel de aislamiento de la vestimenta, influyen significativamente en el confort térmico de los estudiantes dentro del aula. En dicho trabajo, el confort se evaluó mediante el índice PMV, y se concluyó que una combinación equilibrada de estos factores permite alcanzar condiciones óptimas de aprendizaje, al evitar estados de incomodidad térmica que afectan la concentración. En coincidencia, nuestro estudio encontró que los estudiantes clasificados con un confort térmico "No" mostraron en promedio un menor rendimiento académico.

Por otro lado, Haverinen-Shaughnessy & Shaughnessy (2015) , en una investigación más amplia realizada en Estados Unidos, concluyeron que una adecuada ventilación y temperaturas dentro del rango recomendado por ASHRAE (20–25°C) se asocian positivamente con mejores puntajes en pruebas estandarizadas, incluso después de controlar factores socioeconómicos. En nuestro caso, si bien no se contó con sensores para evaluar la tasa de ventilación directamente, se observó que la temperatura y humedad ambiental estuvieron dentro de márgenes compatibles con dichos estándares en la mayoría de las sesiones, y que las condiciones ambientales más favorables tendieron a coincidir con mejores desempeños académicos.

Finalmente, a diferencia de estos estudios previos que solo midieron variables ambientales, el modelo de esta investigación incorporó también variables fisiológicas como la temperatura de piel y la frecuencia cardíaca, lo cual representa una mejora metodológica significativa. No obstante, se reconocen ciertas limitaciones, como la ausencia de un sensor anemómetro para medir velocidad del aire y los desafíos logísticos de coordinación con los estudiantes y disponibilidad de ambientes.

## CONCLUSIONES

### Primero

El bienestar térmico impactó significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes, esto se concluye gracias al análisis integrado mediante clústeres de tres grupos y la aplicación de la prueba ANOVA, la cual arrojó un valor de significancia  $p = 0,038$ , el cual indica que existe una diferencia significativa entre los grupos, confirmando que los estudiantes expuestos a condiciones térmicas desfavorables obtuvieron en promedio calificaciones más bajas. Si bien, los modelos utilizados en las hipótesis específicas evaluaron las variables por separado, al considerar el bienestar térmico como una variable compuesta se logró validar su impacto de forma estadística.

### Segundo

La temperatura y la humedad no impactan significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes. El modelo de regresión lineal múltiple arrojó un valor de  $p = 0,285$  y un  $R^2$  ajustado de  $0,011$ , lo que indica que solo el  $1,1\%$  de la variabilidad de las calificaciones se explica por estas variables. Sin embargo, se observó que las notas más bajas tendían a concentrarse en valores extremos de temperatura y humedad, lo cual sugiere que, aunque no se evidenció una relación estadística directa, podrían existir efectos adversos bajo condiciones térmicas desfavorables.

### Tercero

La temperatura de piel y la frecuencia cardíaca no impactan significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes. El modelo de regresión lineal múltiple arrojó un valor de  $p = 0,473$  y un  $R^2$  ajustado de  $-0,010$ , indicando ausencia de relación significativa. Aunque el modelo de regresión cuadrática tuvo un  $R^2 = 0,155$ , sus coeficientes no resultaron estadísticamente significativos. A pesar de ello, se identificó que los estudiantes con temperaturas de piel elevadas y frecuencias cardíacas altas tendieron a obtener calificaciones más bajas, lo cual puede sugerir un posible impacto asociado al rendimiento académico.

### Cuarto

Se concluyó que efectivamente, sí existe una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes según la presencia o ausencia del bienestar térmico. La prueba T de Student arrojó un valor de  $p < 0,001$ , confirmando que los

estudiantes que se encontraban en condiciones térmicas favorables alcanzaron mejores calificaciones en comparación con aquellos que no presenciaron bienestar térmico. Esta diferencia se reflejó en una media de -4,46 puntos entre ambos grupos, validando estadísticamente que el bienestar térmico influye de manera significativa en el rendimiento académico cuando se analiza como una condición general de evaluación.

## **RECOMENDACIONES**

### **Primero**

Se recomienda que, en futuros trabajos donde se utilice el sensor de pulso HW-827, se asigne un microcontrolador ESP32 exclusivo para dicho sensor. Durante la presente investigación, se evidenció que al conectar simultáneamente el sensor de pulso y el sensor de temperatura infrarrojo en un mismo ESP32, se generaron interferencias y problemas de lectura. Sin embargo, cuando el sensor de pulso se trabajó de manera individual, mostró un funcionamiento óptimo incluso programado con un código más simple.

### **Segundo**

Es recomendable mejorar la gestión de carga energética de los kits utilizados en las pruebas experimentales. En esta investigación, se observó que las baterías conectadas a los kits de los estudiantes, que incluían múltiples sensores, tuvieron una duración de aproximadamente 4 horas y se descargaron antes de culminar algunas sesiones. Esto ocasionó una pequeña pérdida parcial de datos y necesidad de intercambiar baterías durante las evaluaciones. En cambio, los kits de monitoreo ambiental, que utilizaban solo un sensor, requirieron de menor carga energética y ofrecieron un mejor resultado. Por ello, se recomienda emplear baterías de mayor capacidad o utilizar mayor cantidad de baterías.

### **Tercero**

Se recomienda que cada estudiante utilice un sensor de pulso exclusivo, sin intercambiarlo entre las pruebas. Durante esta investigación, el uso compartido constante y manipulación por parte de múltiples alumnos deterioraron físicamente los sensores, llegando incluso a dañar un microcontrolador. Para evitar estos inconvenientes y preservar la durabilidad del experimento, se sugiere que, de contar con el presupuesto necesario, se adquieran sensores de pulso suficientes para ser asignados individualmente a cada participante.

### **Cuarto**

Se sugiere incorporar un sensor anemómetro para medir la velocidad del aire como parte de los indicadores de la dimensión ambiental del bienestar térmico. En esta investigación, se intentó integrar dicho sensor previo al experimento, pero por

limitaciones técnicas y falta de experiencia, no se logró implementar correctamente. Si en futuras investigaciones se cuenta con el conocimiento técnico necesario, la inclusión de este sensor podría enriquecer el análisis y posiblemente mejorar los resultados obtenidos en esta investigación.

### **Quinto**

Se recomienda utilizar una muestra aleatoria representativa del total de la población. En esta investigación, se optó por un muestreo por conveniencia, enfocándose únicamente en los estudiantes del primer ciclo, debido al acceso facilitado por los asesores responsables. Sin embargo, si se desea aplicar los resultados a toda la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas, sería metodológicamente más robusto aplicar una fórmula de muestreo adecuada y seleccionar una muestra más amplia y escogida aleatoriamente, con el fin de garantizar mayor validez externa de los resultados

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*.
- ASHRAE. (2022). *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*.  
[www.ashrae.org/continuous-maintenance](http://www.ashrae.org/continuous-maintenance)
- Bejarano, M. (2022). *Desarrollo de un sistema de monitoreo remoto de signos vitales: pulso, temperatura y saturación de oxígeno para pacientes con tratamiento domiciliario empleando cloud computing*.
- Chire, N. M. (2022). *El clima del aula y el aprendizaje*.
- Contreras, M. Y., González, K. A., & Johnson-Restrepo, B. (2023). Physical-environmental conditions in classrooms and academic performance in Colombia. *Estudios Sobre Educacion*, 45, 187–215.
- DHT11, DHT22 and AM2302 Sensors. (2021).
- Eliseo Murguía-Trinidad, M., Ofelia Landiz-Miranda, L., Antonio García-Montalvo, I., & César Martínez-Martínez, M. (2020). *Percepción del ambiente educativo en estudiantes de pregrado de la Facultad de Medicina y Cirugía, URSE*.
- ESP32 Series Datasheet Version 4.8. (2025).
- Francisco Javier Barreto Trujillo, M., Nicolás, S., México, N. L., & Álvarez Bermúdez, J. (2017). School climate and academic performance in high school students. In *Daena: International Journal of Good Conscience* (Vol. 12, Issue 2).
- Fretes, G., Llurba, C., & Palau, R. (2024). Exploring classroom temperature and humidity on students' emotions through IoT and image processing. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8(7).
- Global Economic Value of Wi-Fi. (2021).
- Guía práctica de introducción al Análisis Exploratorio de Datos. (2022).
- Haverinen-Shaughnessy, U., & Shaughnessy, R. J. (2015). Effects of classroom ventilation rate and temperature on students' test scores. *PLoS ONE*, 10(8).

- Hinostroza, A. (2022). *Red de sensores inalámbricos para el monitoreo de condiciones ambientales en objetos del patrimonio cultural peruano*.
- International Organization for Standardization. (1994). ISO-7730-1994 Moderate thermal environments: Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions of thermal comfort. *International Organization for Standardization*.
- ISO. (2005). *Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*.
- Jiang, H., Iandoli, M., Dessel, S. Van, Liu, S., & Whitehill, J. (2019). *Measuring students' thermal comfort and its impact on learning*.
- Khan, B., Jan, S., Khan, W., & Chughtai, M. I. (2024). An Overview of ETL Techniques, Tools, Processes and Evaluations in Data Warehousing. *Journal on Big Data*, 6(1), 1–20.
- Lan, L., Xia, L., Tang, J., Wyon, D. P., & Liu, H. (2019). Mean skin temperature estimated from 3 measuring points can predict sleeping thermal sensation. *Building and Environment*, 162.
- Liao, C., Olazábal, E., & Barrón, M. (2025). Effects of temperature shocks during early childhood on school performance: The case of Peru. *Revista Academia and Negocios*, 11(1).
- Liu, W., Lian, Z., & Deng, Q. (2021). Use of mean skin temperature in evaluation of individual thermal comfort for a person in a sleeping posture under steady thermal environment. *Indoor and Built Environment*, 24(4), 489–499.
- Martínez García, Á. (2020). *Confort térmico - Ficha divulgativa FD-124*.
- MLX90614 Single and dual zone IR sensor in T039 Datasheet. (2025).
- Murphy, J., & Gitman, Y. (2025). *PulseSensor Datasheet*.
- MySQL 8.0 Reference Manual Including MySQL NDB Cluster 8.0. (2025).
- Navarrete-Sanchez, M. A., Olivera-Reyna, R., Olivera-Reyna, R., Perez-Chimal, R. J., & Munoz-Minjares, J. U. (2025). IoT-Based Classroom Temperature Monitoring

- and Missing Data Prediction Using Raspberry Pi and ESP32. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 6(1), 234–245.
- Paredes-Robles, K. J., Vélez-Pincay, J., & Marin-Llaver, L. R. (2023). Estrategia Educativa para mejorar el rendimiento académico en estudiantes de bachillerato. *MQRInvestigar*, 7(3), 3204–3219.
- Pastor, S., & Yana, A. (2024). *Relation between classroom climate and academic performance in primary students*.
- Peña, S. (2017). *Análisis de Datos*.
- Powers, S., Cambridge, B. •, Farnham, •, Köln, •, Sebastopol, •, & Tokyo, •. (n.d.). *Learning Node*.
- Ramli, N. I., Rawi, M. I. M., Hijazi, A. Z., & Mohammed, A. H. K. (2018). Investigating thermal comfort for the classroom environment using IoT. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 9(1), 157–163.
- Rojas, N. B., Roberto, L., & Loza Landa, C. (2021). *Conciencia ecológica en el aprendizaje de los alumnos de los alumnos del nivel de primaria de la I.E.E No 20821 “Luis Fabio Xammar Jurado” Santa María, durante el año escolar 2018*.
- Román, A., Román, J., Sandoval, S., Andrade, M., & Ramos, E. (2023). *Internet de las cosas Teoría y práctica enfoque académico*.
- Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (2015). *Internet de las cosas - Una breve reseña*.
- Solberg, H., Thunshelle, K., & Schild, P. (n.d.). *Thermal comfort, thermal sensation and skin temperature measurements using demand-controlled ventilation for individual cooling*.
- Van Paassen, A. (2004). *Fundamental Aspects of Thermal Comfort*.
- Yampara, P. (2023). *Diseño de un sistema monitorización de signos vitales para pacientes utilizando la telemedicina para el area UCI en el hospital III ESSALUD -Puno*.
- Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co. (2021). *Air Quality Gas Sensor (Model: MQ135)*.

## **ANEXOS**

## ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

**Título:** Impacto del bienestar térmico en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando internet de las cosas, Tacna – 2025

| <b>Problema</b>                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Objetivos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Hipótesis</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Variables</b>                                                                                                   | <b>Metodología</b>                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Problema general</b>                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Objetivo general</b>                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Hipótesis general</b>                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Variable Independiente</b>                                                                                      | <b>Nivel y diseño</b>                                                                                                                                                                                                                              |
| ¿Cómo impacta el bienestar térmico en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025?        | Determinar el impacto del bienestar térmico en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025.         | El bienestar térmico impacta significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025.         | Bienestar térmico<br>Ambiental<br>Temperatura<br>Humedad<br>Corporal<br>Temperatura de piel<br>Frecuencia cardiaca | <b>Nivel:</b><br>Explicativa<br><b>Diseño:</b><br>Experimental                                                                                                                                                                                     |
| <b>Problemas específicos</b>                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Objetivos específicos</b>                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Hipótesis específicas:</b>                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Variable dependiente</b>                                                                                        | <b>Población y muestra</b>                                                                                                                                                                                                                         |
| ¿Cómo impacta la temperatura y la humedad en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025? | Determinar el impacto de la temperatura y la humedad en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025 | La temperatura y la humedad impactan significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025. | Rendimiento académico<br>Conocimiento<br>Evaluación                                                                | <b>Población:</b><br>359 estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.<br><b>Muestra:</b><br>52 alumnos de primer ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| ¿Cómo impacta la temperatura de piel y la frecuencia cardíaca en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025?           | Determinar el impacto de la temperatura de piel y la frecuencia cardíaca en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025 | La temperatura de piel y la frecuencia cardíaca impactan significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025             | en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. |
| ¿Cómo es la diferencia del rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025 según la presencia o ausencia de bienestar térmico? | Comparar el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025 según la presencia o ausencia de bienestar térmico.                | Existe una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas en Tacna en el año 2025 según la presencia o ausencia del bienestar térmico |                                                                              |

## ANEXO 02: VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

### VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

#### 1. DATOS DEL EXPERTO

|                                  |                                                                                        |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Apellidos y nombres              |                                                                                        |
| Cargo e institución donde labora |                                                                                        |
| Título profesional               |                                                                                        |
| Nombre del instrumento evaluado  | Ficha de observación nro 01                                                            |
| Objetivo del instrumento         | Recopilar la temperatura y la humedad del ambiente durante las pruebas experimentales. |
| Autor del instrumento            | Bach. Marcell Alessandro Reynoso Flores                                                |

#### 2. CRITERIOS DE VALIDACIÓN

| INDICADORES        | CRITERIOS                                                          | Deficiente<br>1 | Regular<br>2 | Buena<br>3 | Muy<br>buena<br>4 | Excelente<br>5 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|------------|-------------------|----------------|
| 1. CLARIDAD        | Está formulado con lenguaje apropiado comprensible                 |                 |              |            |                   | X              |
| 2. OBJETIVIDAD     | Está expresado en conductas observables                            |                 |              |            |                   | X              |
| 3. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y tecnología                      |                 |              |            |                   | X              |
| 4. SUFICIENCIA     | Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.           |                 |              |            |                   | X              |
| 5. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica                                     |                 |              |            |                   | X              |
| 6. INTENCIONALIDAD | Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.          |                 |              |            |                   | X              |
| 7. CONSISTENCIA    | Basado en aspecto teórico-científico                               |                 |              |            |                   | X              |
| 8. COHERENCIA      | Entre los índices, indicadores y las dimensiones                   |                 |              |            |                   | X              |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde al propósito de la investigación            |                 |              |            |                   | X              |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. |                 |              |            |                   | X              |

#### 3. RESULTADOS DE VALIDACIÓN

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| PUNTAJE                          |  |
| OPINIÓN DE APLICABILIDAD (SI/NO) |  |

  
 Firma del juez evaluador  
 DNI: 41465969

## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

### 1. DATOS DEL EXPERTO

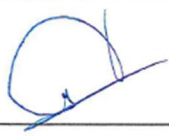
|                                  |                                                                                                  |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Apellidos y nombres              |                                                                                                  |
| Cargo e institución donde labora |                                                                                                  |
| Título profesional               |                                                                                                  |
| Nombre del instrumento evaluado  | Ficha de observación nro 02                                                                      |
| Objetivo del instrumento         | Recopilar la temperatura de la piel y la frecuencia cardíaca de los alumnos durante las pruebas. |
| Autor del instrumento            | Bach. Marcell Alessandro Reynoso Flores                                                          |

### 2. CRITERIOS DE VALIDACIÓN

| INDICADORES        | CRITERIOS                                                          | Deficiente<br>1 | Regular<br>2 | Buena<br>3 | Muy<br>buena<br>4 | Excelente<br>5 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|------------|-------------------|----------------|
| 1. CLARIDAD        | Está formulado con lenguaje apropiado comprensible                 |                 |              |            |                   | X              |
| 2. OBJETIVIDAD     | Está expresado en conductas observables                            |                 |              |            |                   | X              |
| 3. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y tecnología                      |                 |              |            |                   | X              |
| 4. SUFICIENCIA     | Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.           |                 |              |            |                   | X              |
| 5. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica                                     |                 |              |            |                   | X              |
| 6. INTENCIONALIDAD | Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.          |                 |              |            |                   | X              |
| 7. CONSISTENCIA    | Basado en aspecto teórico-científico                               |                 |              |            |                   | X              |
| 8. COHERENCIA      | Entre los índices, indicadores y las dimensiones                   |                 |              |            |                   | X              |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde al propósito de la investigación            |                 |              |            |                   | X              |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. |                 |              |            |                   | X              |

### 3. RESULTADOS DE VALIDACIÓN

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| PUNTAJE                          |  |
| OPINIÓN DE APLICABILIDAD (SI/NO) |  |

  
Firma del juez evaluador

DNI: 41465919

## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

### 1. DATOS DEL EXPERTO

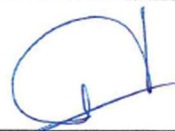
|                                  |                                                                                            |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Apellidos y nombres              |                                                                                            |
| Cargo e institución donde labora |                                                                                            |
| Título profesional               |                                                                                            |
| Nombre del instrumento evaluado  | Ficha de observación nro 03                                                                |
| Objetivo del instrumento         | Recopilar las notas de la evaluación aplicada en las pruebas experimentales a los alumnos. |
| Autor del instrumento            | Bach. Marcell Alessandro Reynoso Flores                                                    |

### 2. CRITERIOS DE VALIDACIÓN

| INDICADORES        | CRITERIOS                                                          | Deficiente<br>1 | Regular<br>2 | Buena<br>3 | Muy<br>buena<br>4 | Excelente<br>5 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|------------|-------------------|----------------|
| 1. CLARIDAD        | Está formulado con lenguaje apropiado comprensible                 |                 |              |            |                   | X              |
| 2. OBJETIVIDAD     | Está expresado en conductas observables                            |                 |              |            |                   | X              |
| 3. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y tecnología                      |                 |              |            |                   | X              |
| 4. SUFICIENCIA     | Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.           |                 |              |            |                   | X              |
| 5. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica                                     |                 |              |            |                   | X              |
| 6. INTENCIONALIDAD | Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.          |                 |              |            |                   | X              |
| 7. CONSISTENCIA    | Basado en aspecto teórico-científico                               |                 |              |            |                   | X              |
| 8. COHERENCIA      | Entre los índices, indicadores y las dimensiones                   |                 |              |            |                   | X              |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde al propósito de la investigación            |                 |              |            |                   | X              |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. |                 |              |            |                   | X              |

### 3. RESULTADOS DE VALIDACIÓN

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| PUNTAJE                          |  |
| OPINIÓN DE APLICABILIDAD (SI/NO) |  |



Firma del juez evaluador

DNI: 91463919

## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

### 1. DATOS DEL EXPERTO

|                                  |                                                                                        |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Apellidos y nombres              | BARRAZA VIZCARRA, HUGO MANUEL                                                          |
| Cargo e institución donde labora | Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann                                            |
| Título profesional               | Ingeniero en Informática y Sistemas                                                    |
| Nombre del instrumento evaluado  | Ficha de observación nro 01                                                            |
| Objetivo del instrumento         | Recopilar la temperatura y la humedad del ambiente durante las pruebas experimentales. |
| Autor del instrumento            | Bach. Marcell Alessandro Reynoso Flores                                                |

### 2. CRITERIOS DE VALIDACIÓN

| INDICADORES        | CRITERIOS                                                          | Deficiente<br>1 | Regular<br>2 | Buena<br>3 | Muy<br>buena<br>4 | Excelente<br>5 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|------------|-------------------|----------------|
| 1. CLARIDAD        | Está formulado con lenguaje apropiado comprensible                 |                 |              |            |                   | ×              |
| 2. OBJETIVIDAD     | Está expresado en conductas observables                            |                 |              |            | ×                 |                |
| 3. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y tecnología                      |                 |              |            |                   | ×              |
| 4. SUFICIENCIA     | Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.           |                 |              |            |                   | ×              |
| 5. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica                                     |                 |              |            |                   | ×              |
| 6. INTENCIONALIDAD | Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.          |                 |              |            |                   | ×              |
| 7. CONSISTENCIA    | Basado en aspecto teórico-científico                               |                 |              |            |                   | ×              |
| 8. COHERENCIA      | Entre los índices, indicadores y las dimensiones                   |                 |              |            |                   | ×              |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde al propósito de la investigación            |                 |              |            |                   | ×              |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. |                 |              |            |                   | ×              |

### 3. RESULTADOS DE VALIDACIÓN

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| PUNTAJE                          | 49 |
| OPINIÓN DE APLICABILIDAD (SI/NO) | SI |

  
MSc. HUGO BARRAZA VIZCARRA  
Ingeniero en Informática y Sistemas  
CIP 156107  
Firma del juez evaluador  
DNI: 46053783

## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

### 1. DATOS DEL EXPERTO

|                                  |                                                                                                  |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Apellidos y nombres              | BARRAZA VIZCARRA, HUGO MANUEL                                                                    |
| Cargo e institución donde labora | Docente - U.N. Jorge Basadre Grohmann                                                            |
| Título profesional               | Ingeniero en Informática y Sistemas                                                              |
| Nombre del instrumento evaluado  | Ficha de observación nro 02                                                                      |
| Objetivo del instrumento         | Recopilar la temperatura de la piel y la frecuencia cardíaca de los alumnos durante las pruebas. |
| Autor del instrumento            | Bach. Marcell Alessandro Reynoso Flores                                                          |

### 2. CRITERIOS DE VALIDACIÓN

| INDICADORES        | CRITERIOS                                                          | Deficiente<br>1 | Regular<br>2 | Buena<br>3 | Muy<br>buena<br>4 | Excelente<br>5 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|------------|-------------------|----------------|
| 1. CLARIDAD        | Está formulado con lenguaje apropiado comprensible                 |                 |              |            |                   | ×              |
| 2. OBJETIVIDAD     | Está expresado en conductas observables                            |                 |              |            | ×                 |                |
| 3. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y tecnología                      |                 |              |            |                   | ×              |
| 4. SUFICIENCIA     | Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.           |                 |              |            |                   | ×              |
| 5. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica                                     |                 |              |            |                   | ×              |
| 6. INTENCIONALIDAD | Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.          |                 |              |            |                   | ×              |
| 7. CONSISTENCIA    | Basado en aspecto teórico-científico                               |                 |              |            |                   | ×              |
| 8. COHERENCIA      | Entre los índices, indicadores y las dimensiones                   |                 |              |            |                   | ×              |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde al propósito de la investigación            |                 |              |            |                   | ×              |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. |                 |              |            |                   | ×              |

### 3. RESULTADOS DE VALIDACIÓN

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| PUNTAJE                          | 49 |
| OPINIÓN DE APLICABILIDAD (SI/NO) | SI |

  
 MSc. HUGO BARRAZA VIZCARRA  
 Ingeniero en Informática y Sistemas  
 FIR 156107  
**Firma del juez evaluador**  
 DNI: 46053783

## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

### 1. DATOS DEL EXPERTO

|                                  |                                                                                            |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Apellidos y nombres              | BARRAZA VIZCARRA, HUGO MANUEL                                                              |
| Cargo e institución donde labora | Docente - U.N. Jorge Basadre Grohmann                                                      |
| Título profesional               | Ingeniero en Informática y sistemas                                                        |
| Nombre del instrumento evaluado  | Ficha de observación nro 03                                                                |
| Objetivo del instrumento         | Recopilar las notas de la evaluación aplicada en las pruebas experimentales a los alumnos. |
| Autor del instrumento            | Bach. Marcell Alessandro Reynoso Flores                                                    |

### 2. CRITERIOS DE VALIDACIÓN

| INDICADORES        | CRITERIOS                                                          | Deficiente<br>1 | Regular<br>2 | Buena<br>3 | Muy<br>buena<br>4 | Excelente<br>5 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|------------|-------------------|----------------|
| 1. CLARIDAD        | Está formulado con lenguaje apropiado comprensible                 |                 |              |            |                   | ×              |
| 2. OBJETIVIDAD     | Está expresado en conductas observables                            |                 |              |            | ×                 |                |
| 3. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y tecnología                      |                 |              |            |                   | ×              |
| 4. SUFICIENCIA     | Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.           |                 |              |            |                   | ×              |
| 5. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica                                     |                 |              |            |                   | ×              |
| 6. INTENCIONALIDAD | Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.          |                 |              |            |                   | ×              |
| 7. CONSISTENCIA    | Basado en aspecto teórico-científico                               |                 |              |            |                   | ×              |
| 8. COHERENCIA      | Entre los índices, indicadores y las dimensiones                   |                 |              |            |                   | ×              |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde al propósito de la investigación            |                 |              |            |                   | ×              |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. |                 |              |            |                   | ×              |

### 3. RESULTADOS DE VALIDACIÓN

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| PUNTAJE                          | 49 |
| OPINIÓN DE APLICABILIDAD (SI/NO) | SI |

  
 MSc. HUGO BARRAZA VIZCARRA  
 Ingeniero en Informática y Sistemas  
 CIP 156107  
**Firma del juez evaluador**  
 DNI: 46053783

## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

### 1. DATOS DEL EXPERTO

|                                  |                                                                                        |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Apellidos y nombres              | Condori Siles Enrique Waldo                                                            |
| Cargo e institución donde labora | Docente - UNJBG                                                                        |
| Título profesional               | Ingeniero en Informática y Sistemas                                                    |
| Nombre del instrumento evaluado  | Ficha de observación nro 01                                                            |
| Objetivo del instrumento         | Recopilar la temperatura y la humedad del ambiente durante las pruebas experimentales. |
| Autor del instrumento            | Bach. Marcell Alessandro Reynoso Flores                                                |

### 2. CRITERIOS DE VALIDACIÓN

| INDICADORES        | CRITERIOS                                                          | Deficiente<br>1 | Regular<br>2 | Buena<br>3 | Muy<br>buena<br>4 | Excelente<br>5 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|------------|-------------------|----------------|
| 1. CLARIDAD        | Está formulado con lenguaje apropiado comprensible                 |                 |              |            |                   | X              |
| 2. OBJETIVIDAD     | Está expresado en conductas observables                            |                 |              |            | X                 |                |
| 3. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y tecnología                      |                 |              |            | X                 |                |
| 4. SUFICIENCIA     | Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.           |                 |              |            |                   | X              |
| 5. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica                                     |                 |              |            |                   | X              |
| 6. INTENCIONALIDAD | Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.          |                 |              |            |                   | X              |
| 7. CONSISTENCIA    | Basado en aspecto teórico-científico                               |                 |              |            | X                 |                |
| 8. COHERENCIA      | Entre los índices, indicadores y las dimensiones                   |                 |              |            | X                 |                |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde al propósito de la investigación            |                 |              |            | X                 |                |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. |                 |              |            | X                 |                |

### 3. RESULTADOS DE VALIDACIÓN

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| PUNTAJE                          |  |
| OPINIÓN DE APLICABILIDAD (SI/NO) |  |

Firma del juez evaluador

DNI: 71818758

## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

### 1. DATOS DEL EXPERTO

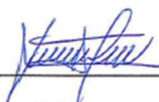
|                                  |                                                                                                  |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Apellidos y nombres              | Condori Siles, Enrique Waldo                                                                     |
| Cargo e institución donde labora | Docente - UNIRG                                                                                  |
| Título profesional               | Ingeniero en Informática y Sistemas                                                              |
| Nombre del instrumento evaluado  | Ficha de observación nro 02                                                                      |
| Objetivo del instrumento         | Recopilar la temperatura de la piel y la frecuencia cardíaca de los alumnos durante las pruebas. |
| Autor del instrumento            | Bach. Marcell Alessandro Reynoso Flores                                                          |

### 2. CRITERIOS DE VALIDACIÓN

| INDICADORES        | CRITERIOS                                                          | Deficiente<br>1 | Regular<br>2 | Buena<br>3 | Muy<br>buena<br>4 | Excelente<br>5 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|------------|-------------------|----------------|
| 1. CLARIDAD        | Está formulado con lenguaje apropiado comprensible                 |                 |              |            |                   | X              |
| 2. OBJETIVIDAD     | Está expresado en conductas observables                            |                 |              |            | X                 |                |
| 3. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y tecnología                      |                 |              |            | X                 |                |
| 4. SUFICIENCIA     | Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.           |                 |              |            |                   | X              |
| 5. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica                                     |                 |              |            |                   | X              |
| 6. INTENCIONALIDAD | Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.          |                 |              |            |                   | X              |
| 7. CONSISTENCIA    | Basado en aspecto teórico-científico                               |                 |              |            | X                 |                |
| 8. COHERENCIA      | Entre los índices, indicadores y las dimensiones                   |                 |              |            | X                 |                |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde al propósito de la investigación            |                 |              |            | X                 |                |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. |                 |              |            | X                 |                |

### 3. RESULTADOS DE VALIDACIÓN

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| PUNTAJE                          |  |
| OPINIÓN DE APLICABILIDAD (SI/NO) |  |

  
 Firma del juez evaluador  
 DNI: 71818758

## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

### 1. DATOS DEL EXPERTO

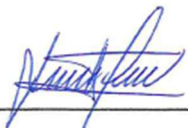
|                                  |                                                                                            |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Apellidos y nombres              | Condori Siles, Enrique Waldo                                                               |
| Cargo e institución donde labora | Docente - UNIRG                                                                            |
| Título profesional               | Ingeniero en Informática y Sistemas                                                        |
| Nombre del instrumento evaluado  | Ficha de observación nro 03                                                                |
| Objetivo del instrumento         | Recopilar las notas de la evaluación aplicada en las pruebas experimentales a los alumnos. |
| Autor del instrumento            | Bach. Marcell Alessandro Reynoso Flores                                                    |

### 2. CRITERIOS DE VALIDACIÓN

| INDICADORES        | CRITERIOS                                                          | Deficiente<br>1 | Regular<br>2 | Buena<br>3 | Muy<br>buena<br>4 | Excelente<br>5 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|------------|-------------------|----------------|
| 1. CLARIDAD        | Está formulado con lenguaje apropiado comprensible                 |                 |              |            |                   | X              |
| 2. OBJETIVIDAD     | Está expresado en conductas observables                            |                 |              |            | X                 |                |
| 3. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y tecnología                      |                 |              |            | X                 |                |
| 4. SUFICIENCIA     | Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.           |                 |              |            |                   | X              |
| 5. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica                                     |                 |              |            |                   | X              |
| 6. INTENCIONALIDAD | Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.          |                 |              |            |                   | X              |
| 7. CONSISTENCIA    | Basado en aspecto teórico-científico                               |                 |              |            | X                 |                |
| 8. COHERENCIA      | Entre los índices, indicadores y las dimensiones                   |                 |              |            | X                 |                |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde al propósito de la investigación            |                 |              |            | X                 |                |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. |                 |              |            | X                 |                |

### 3. RESULTADOS DE VALIDACIÓN

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| PUNTAJE                          |  |
| OPINIÓN DE APLICABILIDAD (SI/NO) |  |

  
Firma del juez evaluador

DNI: 71818758

### ANEXO 03: INSTRUMENTOS

#### FICHA DE OBSERVACIÓN NRO 01

| <b>Investigador</b>  |                   | Bach. Marcell Alessandro Reynoso Flores                                                        |             |          |             |         |
|----------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|-------------|---------|
| <b>Variable</b>      |                   | Bienestar térmico                                                                              |             |          |             |         |
| <b>Dimensión</b>     |                   | Ambiental                                                                                      |             |          |             |         |
| <b>Indicadores</b>   |                   | Temperatura, humedad                                                                           |             |          |             |         |
| <b>Observaciones</b> |                   | Los datos fueron recolectados cada 10 segundos, se presenta el resultado agrupado en promedio. |             |          |             |         |
| id                   | codigo_estudiante | fecha                                                                                          | hora_inicio | hora_fin | temperatura | humedad |
| 1                    | 2025-119021       | 07/07/2025                                                                                     | 16:29:00    | 16:58:00 | 20.68       | 57.77   |
| 2                    | 2023-119055       | 10/07/2025                                                                                     | 15:20:00    | 16:10:00 | 23.47       | 49.58   |
| 3                    | 2025-119001       | 09/07/2025                                                                                     | 13:34:00    | 14:15:00 | 24.26       | 48.13   |
| 4                    | 2025-119002       | 09/07/2025                                                                                     | 13:34:00    | 14:15:00 | 24.26       | 48.13   |
| 5                    | 2025-119003       | 07/07/2025                                                                                     | 15:38:00    | 16:18:00 | 20.73       | 57.04   |
| 6                    | 2025-119004       | 10/07/2025                                                                                     | 10:00:00    | 10:20:00 | 20.52       | 57.28   |
| 7                    | 2025-119005       | 10/07/2025                                                                                     | 12:15:00    | 12:50:00 | 23.18       | 50.16   |
| 8                    | 2025-119007       | 10/07/2025                                                                                     | 12:15:00    | 12:50:00 | 23.18       | 50.16   |
| 9                    | 2025-119008       | 10/07/2025                                                                                     | 10:00:00    | 10:20:00 | 20.52       | 57.28   |
| 10                   | 2025-119010       | 09/07/2025                                                                                     | 13:34:00    | 14:15:00 | 24.26       | 48.13   |
| 11                   | 2025-119011       | 10/07/2025                                                                                     | 7:10:00     | 7:54:00  | 15.68       | 67.31   |
| 12                   | 2025-119012       | 10/07/2025                                                                                     | 7:10:00     | 7:49:00  | 15.63       | 67.49   |
| 13                   | 2025-119013       | 09/07/2025                                                                                     | 13:34:00    | 14:15:00 | 24.26       | 48.13   |
| 14                   | 2025-119017       | 07/07/2025                                                                                     | 14:26:00    | 15:18:00 | 20.31       | 57.22   |
| 15                   | 2025-119018       | 10/07/2025                                                                                     | 11:10:00    | 11:57:00 | 20.26       | 56.29   |
| 16                   | 2025-119019       | 10/07/2025                                                                                     | 7:10:00     | 7:54:00  | 15.68       | 67.31   |
| 17                   | 2025-119020       | 09/07/2025                                                                                     | 12:44:00    | 13:30:00 | 21.91       | 52.26   |
| 18                   | 2025-119022       | 10/07/2025                                                                                     | 12:15:00    | 12:50:00 | 23.18       | 50.16   |
| 19                   | 2025-119023       | 10/07/2025                                                                                     | 10:00:00    | 10:20:00 | 20.52       | 57.28   |
| 20                   | 2025-119024       | 10/07/2025                                                                                     | 10:00:00    | 10:20:00 | 20.52       | 57.28   |
| 21                   | 2025-119025       | 09/07/2025                                                                                     | 12:44:00    | 13:30:00 | 21.91       | 52.26   |
| 22                   | 2025-119026       | 07/07/2025                                                                                     | 15:38:00    | 16:18:00 | 20.73       | 57.04   |
| 23                   | 2025-119027       | 10/07/2025                                                                                     | 10:30:00    | 11:10:00 | 19.91       | 56.63   |
| 24                   | 2025-119028       | 09/07/2025                                                                                     | 13:34:00    | 14:15:00 | 24.26       | 48.13   |
| 25                   | 2025-119029       | 10/07/2025                                                                                     | 11:10:00    | 11:57:00 | 20.26       | 56.29   |
| 26                   | 2025-119031       | 10/07/2025                                                                                     | 12:15:00    | 12:50:00 | 23.18       | 50.16   |
| 27                   | 2025-119032       | 10/07/2025                                                                                     | 15:20:00    | 16:10:00 | 23.47       | 49.58   |
| 28                   | 2025-119033       | 10/07/2025                                                                                     | 15:20:00    | 16:10:00 | 23.47       | 49.58   |
| 29                   | 2025-119034       | 10/07/2025                                                                                     | 10:30:00    | 11:10:00 | 19.91       | 56.63   |
| 30                   | 2025-119035       | 10/07/2025                                                                                     | 10:30:00    | 11:10:00 | 19.91       | 56.63   |
| 31                   | 2025-119038       | 10/07/2025                                                                                     | 11:10:00    | 11:57:00 | 20.26       | 56.29   |
| 32                   | 2025-119040       | 10/07/2025                                                                                     | 11:10:00    | 11:57:00 | 20.26       | 56.29   |
| 33                   | 2025-119041       | 10/07/2025                                                                                     | 11:10:00    | 11:57:00 | 20.26       | 56.29   |
| 34                   | 2025-119042       | 10/07/2025                                                                                     | 7:10:00     | 7:58:00  | 15.70       | 67.22   |

|    |             |            |          |          |       |       |
|----|-------------|------------|----------|----------|-------|-------|
| 35 | 2025-119044 | 07/07/2025 | 16:29:00 | 16:58:00 | 20.68 | 57.77 |
| 36 | 2025-119046 | 10/07/2025 | 10:30:00 | 11:10:00 | 19.91 | 56.63 |
| 37 | 2025-119047 | 10/07/2025 | 10:00:00 | 10:20:00 | 20.52 | 57.28 |
| 38 | 2025-119048 | 10/07/2025 | 10:30:00 | 11:10:00 | 19.91 | 56.63 |
| 39 | 2025-119049 | 07/07/2025 | 16:29:00 | 16:58:00 | 20.68 | 57.77 |
| 40 | 2025-119050 | 09/07/2025 | 12:44:00 | 13:25:00 | 21.91 | 52.26 |
| 41 | 2025-119051 | 07/07/2025 | 14:26:00 | 15:18:00 | 20.31 | 57.22 |
| 42 | 2025-119052 | 07/07/2025 | 14:26:00 | 15:04:00 | 20.23 | 57.41 |
| 43 | 2025-119053 | 09/07/2025 | 12:44:00 | 13:30:00 | 21.91 | 52.26 |
| 44 | 2025-119054 | 07/07/2025 | 14:26:00 | 15:18:00 | 20.31 | 57.22 |
| 45 | 2025-119055 | 07/07/2025 | 15:38:00 | 16:18:00 | 20.73 | 57.04 |
| 46 | 2025-119056 | 10/07/2025 | 7:10:00  | 7:49:00  | 15.63 | 67.49 |
| 47 | 2025-119057 | 07/07/2025 | 15:38:00 | 16:18:00 | 20.73 | 57.04 |
| 48 | 2025-119058 | 07/07/2025 | 16:29:00 | 16:58:00 | 20.68 | 57.77 |
| 49 | 2025-119059 | 07/07/2025 | 15:38:00 | 16:18:00 | 20.73 | 57.04 |
| 50 | 2025-119060 | 09/07/2025 | 12:44:00 | 13:24:00 | 21.91 | 52.26 |
| 51 | 2025-119061 | 07/07/2025 | 14:26:00 | 15:18:00 | 20.31 | 57.22 |
| 52 | 2025-119006 | 07/07/2025 | 16:29:00 | 16:51:00 | 20.68 | 57.71 |

## FICHA DE OBSERVACIÓN NRO 02

| <b>Investigador</b>  |                   | Bach. Marcell Alessandro Reynoso Flores                                                        |             |          |                 |                    |
|----------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|-----------------|--------------------|
| <b>Variable</b>      |                   | Bienestar térmico                                                                              |             |          |                 |                    |
| <b>Dimensión</b>     |                   | Corporal                                                                                       |             |          |                 |                    |
| <b>Indicadores</b>   |                   | Temperatura de piel, frecuencia cardiaca                                                       |             |          |                 |                    |
| <b>Observaciones</b> |                   | Los datos fueron recolectados cada 10 segundos, se presenta el resultado agrupado en promedio. |             |          |                 |                    |
| id                   | codigo_estudiante | fecha                                                                                          | hora_inicio | hora_fin | temperaturaPiel | frecuenciaCardiaca |
| 1                    | 2025-119021       | 07/07/2025                                                                                     | 16:29:00    | 16:58:00 | 27.22           | 73.95              |
| 2                    | 2023-119055       | 10/07/2025                                                                                     | 15:20:00    | 16:10:00 | 27.79           | 68.84              |
| 3                    | 2025-119001       | 09/07/2025                                                                                     | 13:34:00    | 14:15:00 | 24.44           | 78.55              |
| 4                    | 2025-119002       | 09/07/2025                                                                                     | 13:34:00    | 14:15:00 | 27.30           | 69.90              |
| 5                    | 2025-119003       | 07/07/2025                                                                                     | 15:38:00    | 16:18:00 | 27.79           | 68.84              |
| 6                    | 2025-119004       | 10/07/2025                                                                                     | 10:00:00    | 10:20:00 | 30.53           | 63.00              |
| 7                    | 2025-119005       | 10/07/2025                                                                                     | 12:15:00    | 12:50:00 | 32.63           | 78.55              |
| 8                    | 2025-119007       | 10/07/2025                                                                                     | 12:15:00    | 12:50:00 | 33.71           | 68.84              |
| 9                    | 2025-119008       | 10/07/2025                                                                                     | 10:00:00    | 10:20:00 | 27.55           | 63.00              |
| 10                   | 2025-119010       | 09/07/2025                                                                                     | 13:34:00    | 14:15:00 | 28.00           | 56.57              |
| 11                   | 2025-119011       | 10/07/2025                                                                                     | 7:10:00     | 7:54:00  | 22.36           | 78.00              |
| 12                   | 2025-119012       | 10/07/2025                                                                                     | 7:10:00     | 7:49:00  | 23.83           | 78.00              |
| 13                   | 2025-119013       | 09/07/2025                                                                                     | 13:34:00    | 14:15:00 | 23.91           | 74.36              |
| 14                   | 2025-119017       | 07/07/2025                                                                                     | 14:26:00    | 15:18:00 | 29.02           | 54.00              |
| 15                   | 2025-119018       | 10/07/2025                                                                                     | 11:10:00    | 11:57:00 | 29.69           | 66.39              |
| 16                   | 2025-119019       | 10/07/2025                                                                                     | 7:10:00     | 7:54:00  | 18.55           | 78.00              |
| 17                   | 2025-119020       | 09/07/2025                                                                                     | 12:44:00    | 13:30:00 | 33.27           | 68.28              |
| 18                   | 2025-119022       | 10/07/2025                                                                                     | 12:15:00    | 12:50:00 | 34.16           | 67.64              |
| 19                   | 2025-119023       | 10/07/2025                                                                                     | 10:00:00    | 10:20:00 | 22.41           | 63.00              |
| 20                   | 2025-119024       | 10/07/2025                                                                                     | 10:00:00    | 10:20:00 | 27.79           | 68.84              |
| 21                   | 2025-119025       | 09/07/2025                                                                                     | 12:44:00    | 13:30:00 | 27.66           | 64.42              |
| 22                   | 2025-119026       | 07/07/2025                                                                                     | 15:38:00    | 16:18:00 | 27.79           | 68.84              |
| 23                   | 2025-119027       | 10/07/2025                                                                                     | 10:30:00    | 11:10:00 | 23.70           | 74.19              |
| 24                   | 2025-119028       | 09/07/2025                                                                                     | 13:34:00    | 14:15:00 | 32.66           | 69.90              |
| 25                   | 2025-119029       | 10/07/2025                                                                                     | 11:10:00    | 11:57:00 | 27.79           | 68.84              |
| 26                   | 2025-119031       | 10/07/2025                                                                                     | 12:15:00    | 12:50:00 | 29.54           | 63.00              |
| 27                   | 2025-119032       | 10/07/2025                                                                                     | 15:20:00    | 16:10:00 | 34.28           | 64.50              |
| 28                   | 2025-119033       | 10/07/2025                                                                                     | 15:20:00    | 16:10:00 | 32.01           | 63.47              |
| 29                   | 2025-119034       | 10/07/2025                                                                                     | 10:30:00    | 11:10:00 | 27.79           | 68.84              |
| 30                   | 2025-119035       | 10/07/2025                                                                                     | 10:30:00    | 11:10:00 | 27.42           | 63.60              |
| 31                   | 2025-119038       | 10/07/2025                                                                                     | 11:10:00    | 11:57:00 | 32.80           | 59.60              |
| 32                   | 2025-119040       | 10/07/2025                                                                                     | 11:10:00    | 11:57:00 | 20.62           | 67.20              |
| 33                   | 2025-119041       | 10/07/2025                                                                                     | 11:10:00    | 11:57:00 | 27.92           | 72.00              |
| 34                   | 2025-119042       | 10/07/2025                                                                                     | 7:10:00     | 7:58:00  | 23.22           | 78.00              |
| 35                   | 2025-119044       | 07/07/2025                                                                                     | 16:29:00    | 16:58:00 | 25.16           | 64.00              |
| 36                   | 2025-119046       | 10/07/2025                                                                                     | 10:30:00    | 11:10:00 | 26.39           | 72.68              |
| 37                   | 2025-119047       | 10/07/2025                                                                                     | 10:00:00    | 10:20:00 | 24.33           | 63.00              |
| 38                   | 2025-119048       | 10/07/2025                                                                                     | 10:30:00    | 11:10:00 | 28.86           | 67.06              |
| 39                   | 2025-119049       | 07/07/2025                                                                                     | 16:29:00    | 16:58:00 | 26.15           | 69.00              |
| 40                   | 2025-119050       | 09/07/2025                                                                                     | 12:44:00    | 13:25:00 | 37.04           | 60.00              |
| 41                   | 2025-119051       | 07/07/2025                                                                                     | 14:26:00    | 15:18:00 | 24.64           | 74.19              |
| 42                   | 2025-119052       | 07/07/2025                                                                                     | 14:26:00    | 15:04:00 | 35.80           | 68.93              |
| 43                   | 2025-119053       | 09/07/2025                                                                                     | 12:44:00    | 13:30:00 | 26.91           | 64.38              |

|    |             |            |          |          |       |       |
|----|-------------|------------|----------|----------|-------|-------|
| 44 | 2025-119054 | 07/07/2025 | 14:26:00 | 15:18:00 | 32.19 | 81.72 |
| 45 | 2025-119055 | 07/07/2025 | 15:38:00 | 16:18:00 | 27.22 | 54.00 |
| 46 | 2025-119056 | 10/07/2025 | 7:10:00  | 7:49:00  | 18.47 | 78.00 |
| 47 | 2025-119057 | 07/07/2025 | 15:38:00 | 16:18:00 | 27.79 | 68.84 |
| 48 | 2025-119058 | 07/07/2025 | 16:29:00 | 16:58:00 | 23.36 | 65.77 |
| 49 | 2025-119059 | 07/07/2025 | 15:38:00 | 16:18:00 | 27.79 | 68.84 |
| 50 | 2025-119060 | 09/07/2025 | 12:44:00 | 13:24:00 | 27.37 | 78.76 |
| 51 | 2025-119061 | 07/07/2025 | 14:26:00 | 15:18:00 | 28.04 | 73.29 |
| 52 | 2025-119006 | 07/07/2025 | 16:29:00 | 16:51:00 | 30.42 | 74.26 |

### FICHA DE OBSERVACIÓN NRO 03

| <b>Investigador</b>  |                   | Bach. Marcell Alessandro Reynoso Flores |             |          |            |
|----------------------|-------------------|-----------------------------------------|-------------|----------|------------|
| <b>Variable</b>      |                   | Rendimiento académico                   |             |          |            |
| <b>Dimensión</b>     |                   | Conocimiento                            |             |          |            |
| <b>Indicadores</b>   |                   | Nota del examen                         |             |          |            |
| <b>Observaciones</b> |                   | Resultados de la evaluación             |             |          |            |
| id                   | codigo_estudiante | fecha                                   | hora_inicio | hora_fin | evaluacion |
| 1                    | 2025-119021       | 2025-07-07                              | 16:29:00    | 16:58:00 | 17         |
| 2                    | 2023-119055       | 2025-07-10                              | 15:20:00    | 16:10:00 | 11         |
| 3                    | 2025-119001       | 2025-07-09                              | 13:34:00    | 14:15:00 | 10         |
| 4                    | 2025-119002       | 2025-07-09                              | 13:34:00    | 14:15:00 | 19         |
| 5                    | 2025-119003       | 2025-07-07                              | 15:38:00    | 16:18:00 | 12         |
| 6                    | 2025-119004       | 2025-07-10                              | 10:00:00    | 10:20:00 | 7          |
| 7                    | 2025-119005       | 2025-07-10                              | 12:15:00    | 12:50:00 | 17         |
| 8                    | 2025-119007       | 2025-07-10                              | 12:15:00    | 12:50:00 | 12         |
| 9                    | 2025-119008       | 2025-07-10                              | 10:00:00    | 10:20:00 | 20         |
| 10                   | 2025-119010       | 2025-07-09                              | 13:34:00    | 14:15:00 | 11         |
| 11                   | 2025-119011       | 2025-07-10                              | 07:10:00    | 07:54:00 | 8          |
| 12                   | 2025-119012       | 2025-07-10                              | 07:10:00    | 07:49:00 | 18         |
| 13                   | 2025-119013       | 2025-07-09                              | 13:34:00    | 14:15:00 | 14         |
| 14                   | 2025-119017       | 2025-07-07                              | 14:26:00    | 15:18:00 | 17         |
| 15                   | 2025-119018       | 2025-07-10                              | 11:10:00    | 11:57:00 | 13         |
| 16                   | 2025-119019       | 2025-07-10                              | 07:10:00    | 07:54:00 | 11         |
| 17                   | 2025-119020       | 2025-07-09                              | 12:44:00    | 13:30:00 | 18         |
| 18                   | 2025-119022       | 2025-07-10                              | 12:15:00    | 12:50:00 | 0          |
| 19                   | 2025-119023       | 2025-07-10                              | 10:00:00    | 10:20:00 | 18         |
| 20                   | 2025-119024       | 2025-07-10                              | 10:00:00    | 10:20:00 | 19         |
| 21                   | 2025-119025       | 2025-07-09                              | 12:44:00    | 13:30:00 | 7          |
| 22                   | 2025-119026       | 2025-07-07                              | 15:38:00    | 16:18:00 | 19         |
| 23                   | 2025-119027       | 2025-07-10                              | 10:30:00    | 11:10:00 | 10         |
| 24                   | 2025-119028       | 2025-07-09                              | 13:34:00    | 14:15:00 | 18         |
| 25                   | 2025-119029       | 2025-07-10                              | 11:10:00    | 11:57:00 | 18         |
| 26                   | 2025-119031       | 2025-07-10                              | 12:15:00    | 12:50:00 | 5          |
| 27                   | 2025-119032       | 2025-07-10                              | 15:20:00    | 16:10:00 | 7          |
| 28                   | 2025-119033       | 2025-07-10                              | 15:20:00    | 16:10:00 | 8          |
| 29                   | 2025-119034       | 2025-07-10                              | 10:30:00    | 11:10:00 | 17         |
| 30                   | 2025-119035       | 2025-07-10                              | 10:30:00    | 11:10:00 | 10         |
| 31                   | 2025-119038       | 2025-07-10                              | 11:10:00    | 11:57:00 | 5          |
| 32                   | 2025-119040       | 2025-07-10                              | 11:10:00    | 11:57:00 | 12         |
| 33                   | 2025-119041       | 2025-07-10                              | 11:10:00    | 11:57:00 | 10         |
| 34                   | 2025-119042       | 2025-07-10                              | 07:10:00    | 07:58:00 | 9          |
| 35                   | 2025-119044       | 2025-07-07                              | 16:29:00    | 16:58:00 | 10         |
| 36                   | 2025-119046       | 2025-07-10                              | 10:30:00    | 11:10:00 | 14         |
| 37                   | 2025-119047       | 2025-07-10                              | 10:00:00    | 10:20:00 | 20         |

|    |             |            |          |          |    |
|----|-------------|------------|----------|----------|----|
| 38 | 2025-119048 | 2025-07-10 | 10:30:00 | 11:10:00 | 18 |
| 39 | 2025-119049 | 2025-07-07 | 16:29:00 | 16:58:00 | 18 |
| 40 | 2025-119050 | 2025-07-09 | 12:44:00 | 13:25:00 | 10 |
| 41 | 2025-119051 | 2025-07-07 | 14:26:00 | 15:18:00 | 13 |
| 42 | 2025-119052 | 2025-07-07 | 14:26:00 | 15:04:00 | 11 |
| 43 | 2025-119053 | 2025-07-09 | 12:44:00 | 13:30:00 | 16 |
| 44 | 2025-119054 | 2025-07-07 | 14:26:00 | 15:18:00 | 17 |
| 45 | 2025-119055 | 2025-07-07 | 15:38:00 | 16:18:00 | 13 |
| 46 | 2025-119056 | 2025-07-10 | 07:10:00 | 07:49:00 | 11 |
| 47 | 2025-119057 | 2025-07-07 | 15:38:00 | 16:18:00 | 18 |
| 48 | 2025-119058 | 2025-07-07 | 16:29:00 | 16:58:00 | 10 |
| 49 | 2025-119059 | 2025-07-07 | 15:38:00 | 16:18:00 | 15 |
| 50 | 2025-119060 | 2025-07-09 | 12:44:00 | 13:24:00 | 19 |
| 51 | 2025-119061 | 2025-07-07 | 14:26:00 | 15:18:00 | 15 |
| 52 | 2025-119006 | 2025-07-07 | 16:29:00 | 16:51:00 | 17 |

## **EVALUACIÓN**

TESIS: “Impacto del bienestar térmico en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann utilizando Internet de las Cosas, Tacna – 2025.”

**Código de estudiante:** \_\_\_\_\_

**Fecha y hora de inicio:** \_\_\_\_\_

**Fecha y hora de fin:** \_\_\_\_\_

**Firma:** \_\_\_\_\_

### **CONTEO DE DÍGITOS PARES E IMPARES**

ESCRIBA UN ALGORITMO QUE SOLICITE AL USUARIO UN NÚMERO ENTERO POSITIVO Y CUENTE CUÁNTOS DÍGITOS PARES E IMPARES TIENE. DEBE USAR UNA FUNCIÓN PARA CONTAR Y MOSTRAR LOS RESULTADOS.

#### **EJEMPLO:**

SI EL NÚMERO ES 12459, EL ALGORITMO DEBE MOSTRAR:

DÍGITOS PARES: 2

DÍGITOS IMPARES: 3

----- Graficar en la siguiente hoja: -----

## **VERIFICADOR DE AÑO BISIESTO**

IMPLEMENTE UN ALGORITMO QUE RECIBA UN AÑO (ENTERO POSITIVO) Y DETERMINE SI ES BISIESTO. USE UNA FUNCIÓN ESBISIESTO(ANIO) QUE DEVUELVA TRUE O FALSE.

### **REGLA:**

Un año es bisiesto si es divisible por 4 y no por 100, salvo que también sea divisible por 400.

### **EJEMPLO:**

Entrada: 2024

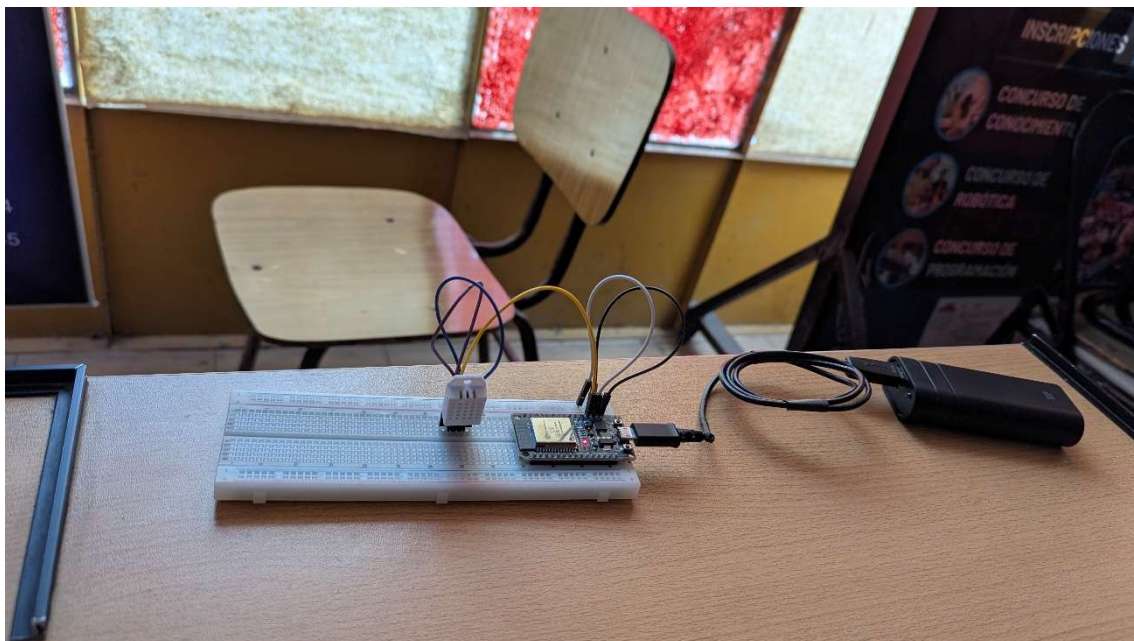
Salida: Sí es bisiesto

----- Graficar en la siguiente hoja: -----

## ANEXO 04: KITS AMBIENTALES Y CORPORALES

**Figura 27**

Kit ambiental en campo



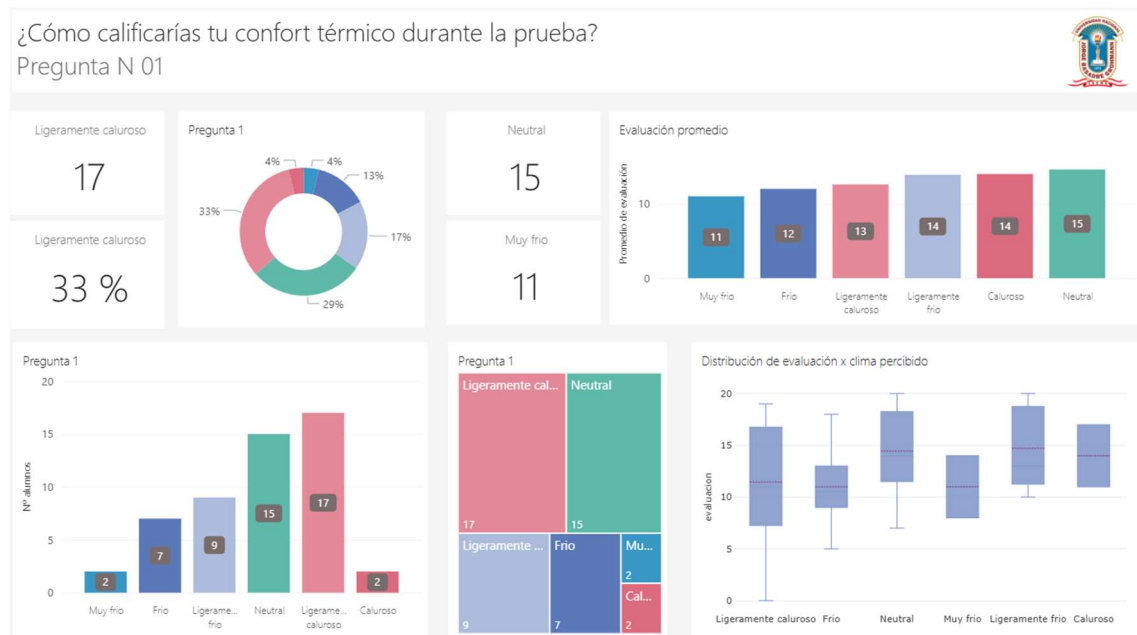
**Figura 28**

Kit corporal en campo

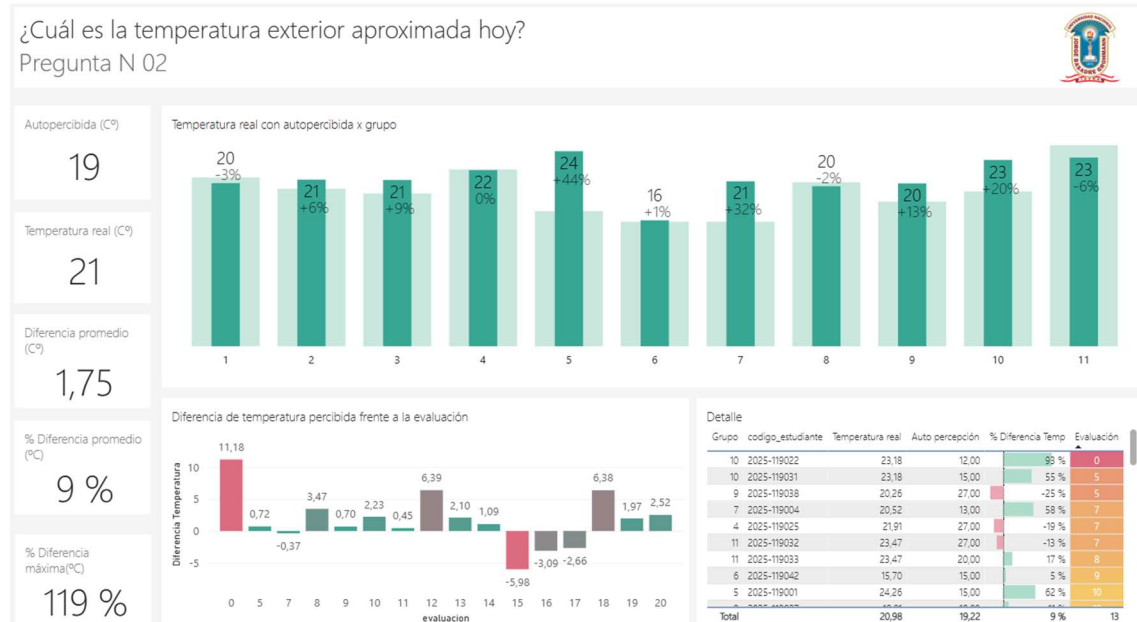


## ANEXO 05 : ANÁLISIS DE DATOS CON POWER BI

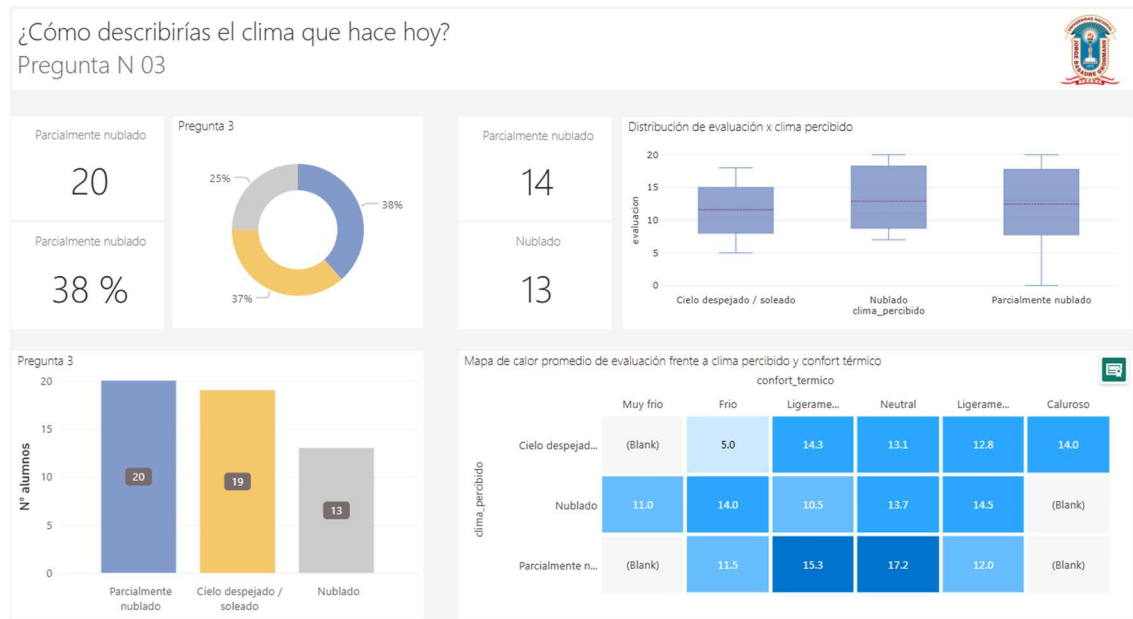
**Figura 29**  
Dashboard Pregunta N° 01



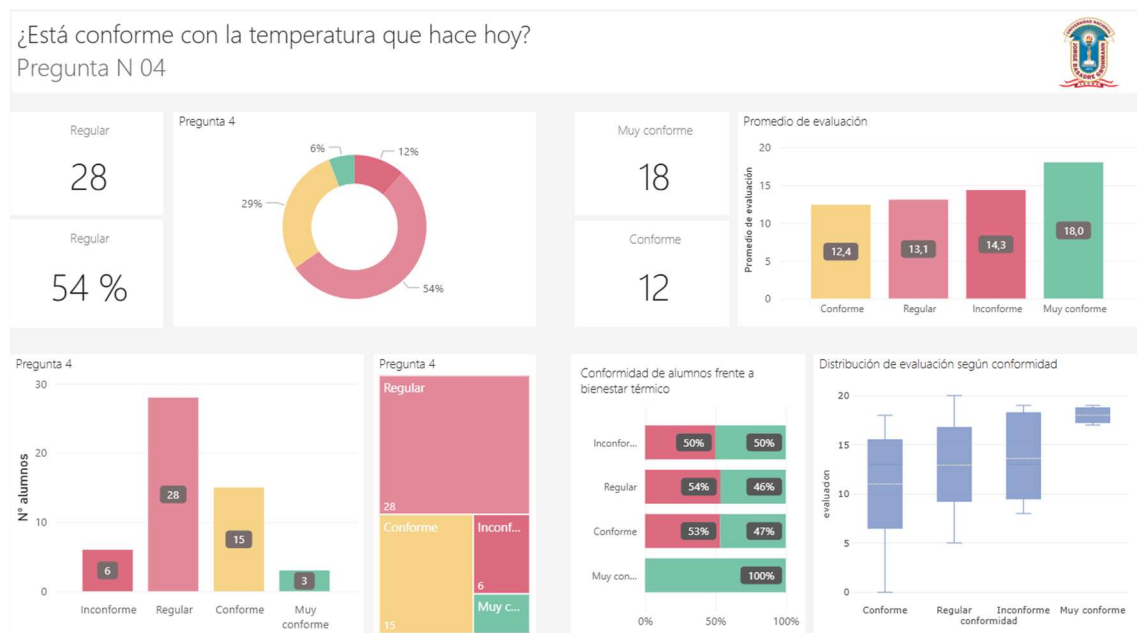
**Figura 30**  
Dashboard Pregunta N° 02



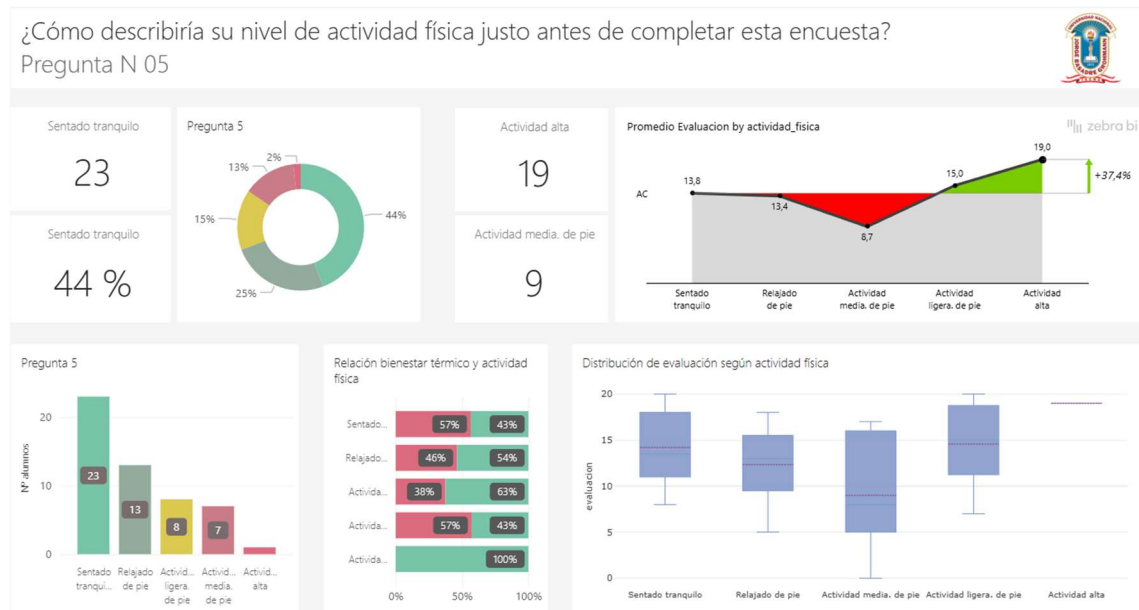
**Figura 31**  
Dashboard Pregunta N° 03



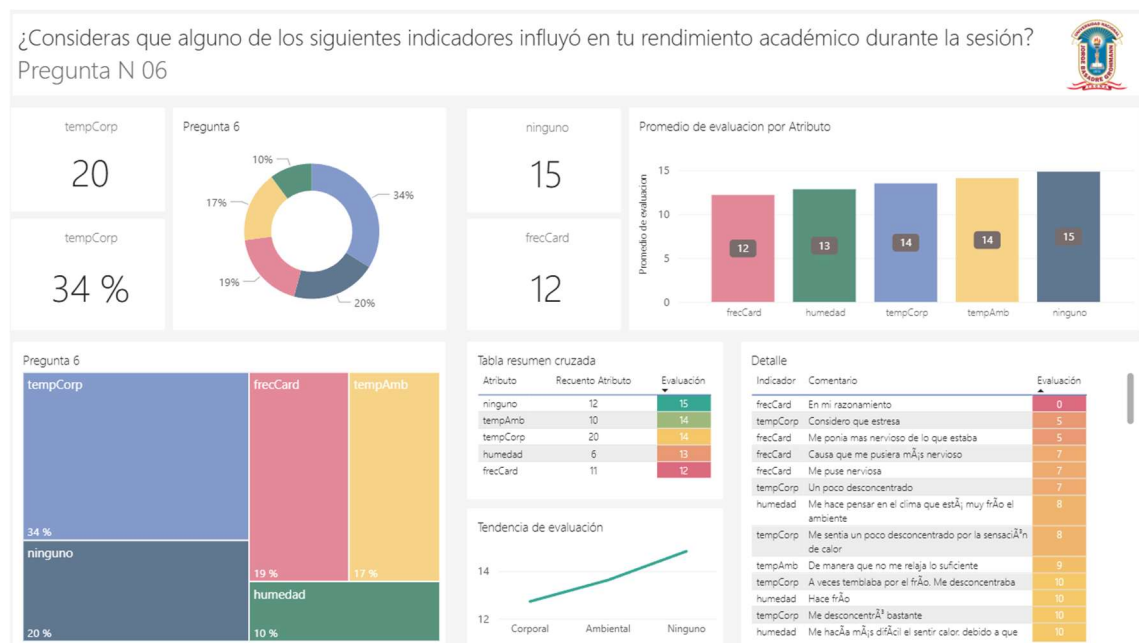
**Figura 32**  
Dashboard Pregunta N° 04



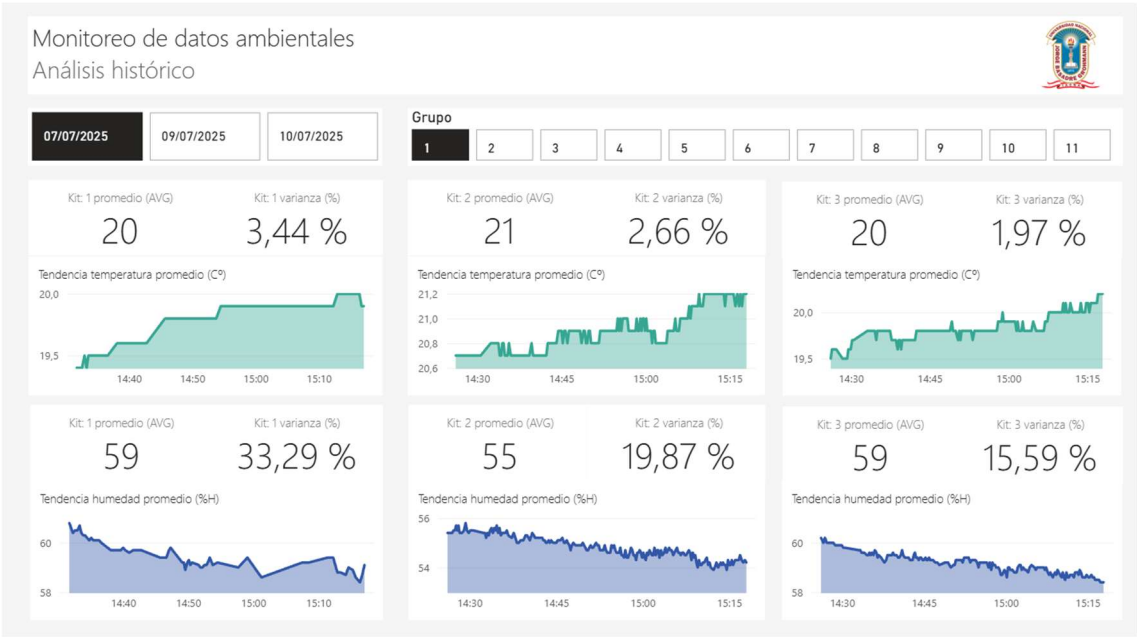
**Figura 33**  
Dashboard Pregunta N° 05



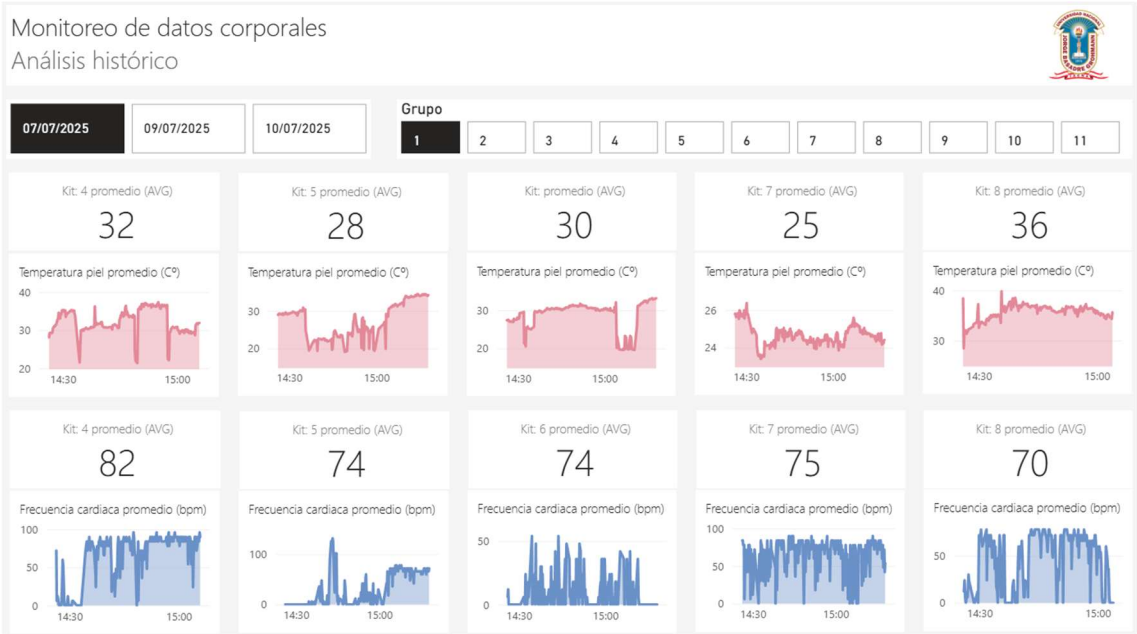
**Figura 34**  
Dashboard Pregunta N° 06



**Figura 35**  
Dashboard Análisis histórico datos ambientales



**Figura 36**  
Dashboard Análisis histórico datos corporales



## ANEXO 06: EL CÓDIGO DE LOS ESP32

### ambiental.ino

```
#include "ThingSpeak.h"
#include "WiFi.h"
#include "DHTesp.h"
#include "HTTPClient.h"

// Inicializar los pines del ESP32
const int pinDHT = 15;

// Objeto de la librería del sensor de temperatura
DHTesp dht;

// Conexión WiFi
const char* ssid = "Pixel 7 de Marcell";
const char* password = "12345678";
WiFiClient cliente;

// Conexión ThingSpeak
unsigned long channelID = 2848769;
const char* WriteAPIKey = "2SLUVZK2OJM9TGYPD";

const char* endPoint =
"https://tutupaca.unjbg.edu.pe/marcell/api/ambiental";

void setup() {
    Serial.begin(115200);

    Serial.println("Inicializando sensores ...");
    dht.setup(pinDHT, DHTesp::DHT22);

    Serial.println("Conectando a WiFi ... ");
    WiFi.begin(ssid, password);

    // Bucle de conexión al WiFi
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        delay(1000);
        Serial.println("**** ESPERANDO RED WIFI ****");
    }

    Serial.println("WiFi conectado!!!");
    ThingSpeak.begin(cliente);
}

void loop() {
    // Obtener datos de temperatura y humedad
    TempAndHumidity data = dht.getTempAndHumidity();

    showDataSerialMonitor(data);
    uploadDataThingSpeak(data);
    postAPI(data.temperature, data.humidity);

    delay(10000);
}

void showDataSerialMonitor(TempAndHumidity data) {
    Serial.println("Temperatura: " + String(data.temperature) + "°C");
    Serial.println("Humedad: " + String(data.humidity) + "%");
    Serial.println("---");
}
```

```

}

void uploadDataThingSpeak(TempAndHumidity data) {
    ThingSpeak.setField(1, data.temperature);
    ThingSpeak.setField(2, data.humidity);
    ThingSpeak.writeFields(channelID, WriteAPIKey);
    Serial.println("ThingSpeak Datos Subidos!");
}

void postAPI(float temperatura, float humedad) {
    if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
        HTTPClient http;
        http.begin(endpoint);
        http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-
urlencoded");

        String postData = "temperatura=" + String(temperatura) +
                        "&humedad=" + String(humedad) +
                        "&kitId=3";

        int httpResponseCode = http.POST(postData);

        if (httpResponseCode > 0) {
            Serial.println("Respuesta del servidor: ");
            Serial.println(http.getString());
        } else {
            Serial.print("Error en la solicitud: ");
            Serial.println(httpResponseCode);
        }

        http.end();
    } else {
        Serial.println("Error: No hay conexión WiFi");
    }
}

```

## corporal.ino

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_MLX90614.h>
#include <WiFi.h>
#include <HttpClient.h>

// WiFi
const char* ssid = "Pixel 7 de Marcell";
const char* password = "12345678";
const char* endPoint =
"https://tutupaca.unjbg.edu.pe/marcell/api/corporal";

// Sensor MLX90614
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();

// Sensor de pulso
const int PulseSensorPin = 34; // ADC puro
const int LED = 2;

int kitId = 5;

// Variables de latido
int Threshold = 2700;
bool pulseDetected = false;
unsigned long lastBeatTime = 0;
int beatCount = 0;
int bpmActual = 0;

// Control de tiempo
unsigned long lastPulseRead = 0;
unsigned long lastPostTime = 0;
const unsigned long pulseReadInterval = 20;
const unsigned long postInterval = 10000;

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  if (!mlx.begin()) {
    Serial.println("Error al conectar con el sensor MLX90614.");
    while (true)
      ;
  }

  pinMode(PulseSensorPin, INPUT);
  pinMode(LED, OUTPUT);

  Serial.println("Conectando a WiFi...");
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.println("Esperando conexión WiFi...");
  }
  Serial.println("WiFi conectado!");
}

void loop() {
  unsigned long now = millis();

  // Leer sensor de pulso cada 20 ms
  if (now - lastPulseRead >= pulseReadInterval) {
```

```

int signal = analogRead(PulseSensorPin);
Serial.print("Señal: ");
Serial.println(signal);

if (signal > Threshold && !pulseDetected) {
    unsigned long delta = now - lastBeatTime;
    if (delta > 600) {
        beatCount++;
        lastBeatTime = now;
        Serial.print("💓 Latido detectado | Intervalo: ");
        Serial.print(delta);
        Serial.println(" ms");
        digitalWrite(LED, HIGH);
    }
    pulseDetected = true;
}

if (signal < Threshold) {
    pulseDetected = false;
    digitalWrite(LED, LOW);
}

lastPulseRead = now;
}

// Cada 10s: calcular BPM, temperatura y enviar
if (now - lastPostTime >= postInterval) {
    bpmActual = beatCount * 6;
    beatCount = 0;

    float temp = mlx.readObjectTempC();
    if (!isnan(temp) && temp > 10 && temp < 45) {
        Serial.print("BPM: ");
        Serial.print(bpmActual);
        Serial.print(" | Temp corporal: ");
        Serial.print(temp);
        Serial.println(" °C");

        postAPI(temp, bpmActual);
    } else {
        Serial.println("Temperatura no válida.");
    }

    lastPostTime = now;
}

void postAPI(float temperatura, int bpm) {
    if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
        HTTPClient http;
        http.begin(endpoint);
        http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded");

        String postData = "temperaturaCorporal=" + String(temperatura, 2)
        + "&frecuenciaCardiaca=" + String(bpm) + "&kitId=" + String(kitId);

        int httpResponseCode = http.POST(postData);

        if (httpResponseCode > 0) {
            Serial.println("Respuesta del servidor:");

```

```
        Serial.println(http.getString());
    } else {
        Serial.print("Error en la solicitud: ");
        Serial.println(httpResponseCode);
    }

    http.end();
} else {
    Serial.println("Error: No hay conexión WiFi");
}
}
```

## ANEXO 08: EL CÓDIGO DEL SISTEMA WEB

### api/ambiental/route.js

```
import { conn } from "@lib/db";
import { NextResponse } from "next/server";

export async function GET() {
  try {
    const [results, fields] = await conn.query(
      "SELECT * FROM ambiental ORDER BY fecha DESC"
    );
    return NextResponse.json(results);
  } catch (error) {
    console.log(error);
    return NextResponse.json(
      {
        message: error.message,
      },
      { status: 500 }
    );
  }
}

export async function POST(request) {
  try {
    const form = await request.formData();
    const temperatura = form.get("temperatura");
    const humedad = form.get("humedad");
    const kitId = form.get("kitId");

    const results = await conn.query(
      "INSERT INTO ambiental (temperatura, humedad, kitId) VALUES (?, ?, ?)",
      [temperatura, humedad, kitId]
    );
    return NextResponse.json({
      results,
      message: "Datos ambientales insertados correctamente",
    });
  } catch (error) {
    return NextResponse.json(
      {
        error: "Error al insertar los datos",
        details: error.message,
      },
      { status: 500 }
    );
  }
}
```

## api/corporal/route.js

```
import { conn } from "@lib/db";
import { NextResponse } from "next/server";

export async function GET() {
  try {
    const [results, fields] = await conn.query(
      "SELECT * FROM corporal ORDER BY fecha DESC"
    );
    return NextResponse.json(results);
  } catch (error) {
    return NextResponse.json(
      {
        message: error.message,
      },
      {
        status: 500,
      }
    );
  }
}

export async function POST(request) {
  try {
    const form = await request.formData();
    const temperaturaCorporal = form.get("temperaturaCorporal");
    const frecuenciaCardiaca = form.get("frecuenciaCardiaca");
    const kitId = form.get("kitId");

    const results = await conn.query(
      "INSERT INTO corporal (temperaturaCorporal, frecuenciaCardiaca, kitId) VALUES (?, ?, ?)",
      [temperaturaCorporal, frecuenciaCardiaca, kitId]
    );

    return NextResponse.json({
      results,
      message: "Datos corporales insertados correctamente",
    });
  } catch (error) {
    return NextResponse.json(
      {
        message: error.message,
      },
      {
        status: 500,
      }
    );
  }
}
```

## ANEXO 09: FOTOS DE LAS PRUEBAS CON LOS ALUMNOS

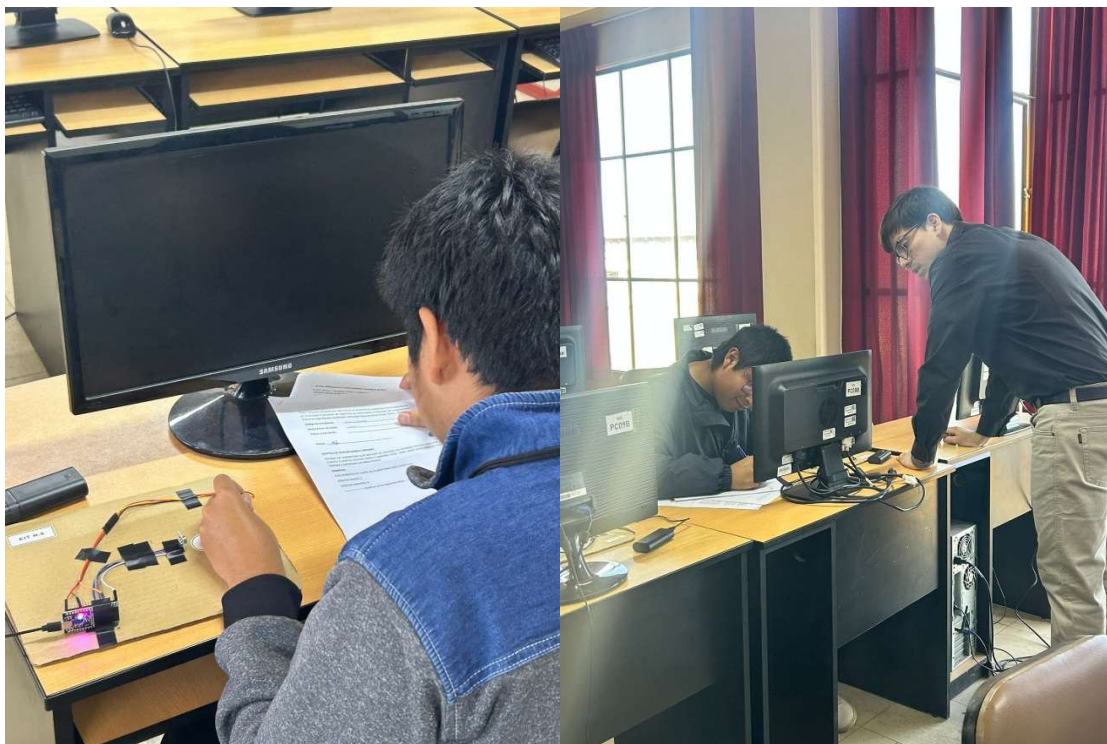
**Figura 37**

Evidencias pruebas experimentales - 1



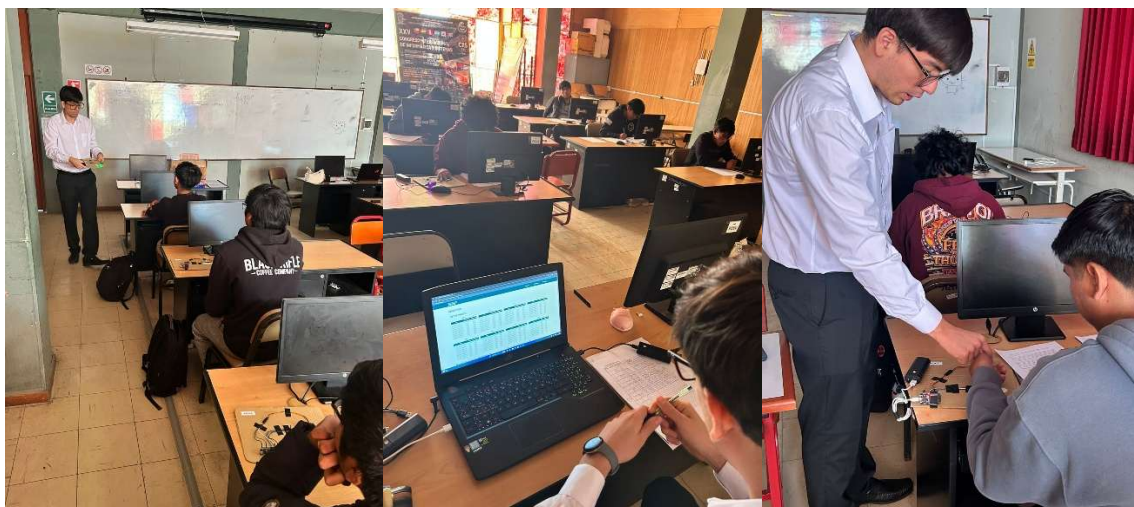
**Figura 38**

Evidencias pruebas experimentales - 2



**Figura 39**

Evidencias pruebas experimentales - 3

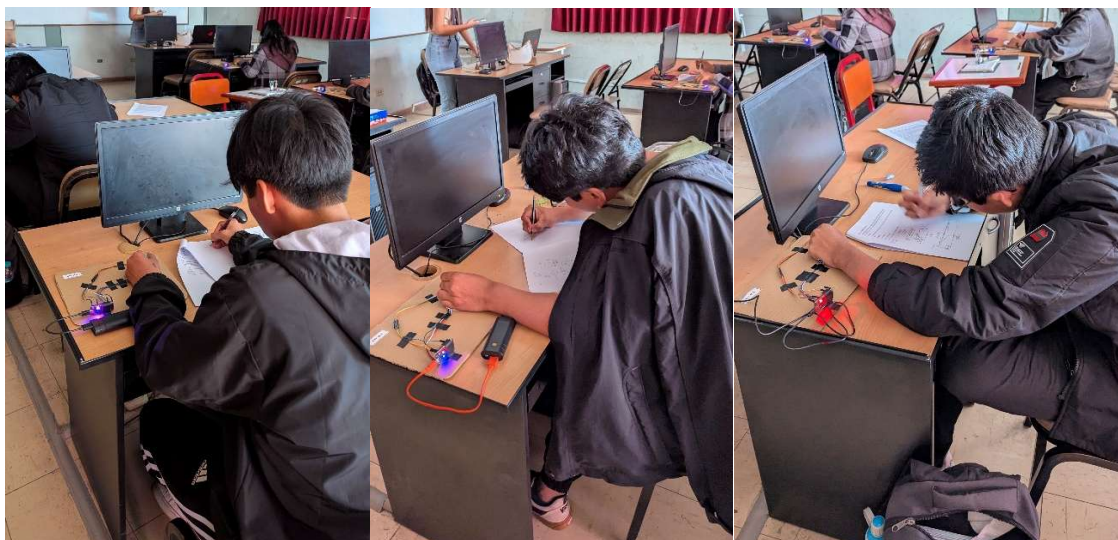


**Figura 40**

Evidencias pruebas experimentales - 4



**Figura 41**  
Evidencias pruebas experimentales - 5



**Figura 42**  
Evidencias pruebas experimentales - 6



**Figura 43**  
Evidencias pruebas experimentales - 7



**Figura 44**  
Evidencias pruebas experimentales - 8



**Figura 45**  
Evidencias pruebas experimentales - 9



**Figura 46**  
Evidencias pruebas experimentales - 10



**Figura 47**  
Evidencias pruebas experimentales - 11



**Figura 48**  
Evidencias pruebas experimentales - 12



**Figura 49**  
Evidencias pruebas experimentales - 13

