

# Estudio de condiciones de confort térmico en aulas universitarias.

## PROBLEMA

El confort térmico dentro de aulas universitarias está relacionado con salud, bienestar, proceso de enseñanza-aprendizaje y consumo de energía. La selección del setpoint de temperatura influencia el uso de energía en las edificaciones y es típicamente seleccionada basados en estudios empíricos realizados en Dinamarca y Estados Unidos que han generado dos modelos de confort de acuerdo a la capacidad de regular el ambiente interno: adaptativo y voto medio predictivo. Al momento, existe discusión académica sobre si los modelos propuestos en la literatura son válidos en culturas y climas diferentes como los de Latinoamérica y específicamente Ecuador.

## OBJETIVO GENERAL

- Comparar sensación térmica de estudiantes universitarios en Quito, Guayaquil y Tena con modelos predictivos de literatura como Predicted Mean Vote y modelos adaptativos para determinar su validez.
- Determinar temperaturas neutras en aulas universitarias en Quito, Guayaquil y Tena y comparar con estudios en zonas climáticas similares.
- Determinar preferencias de ambientes internos tanto en espacios acondicionados como ventilados naturalmente en aulas universitarias en Ecuador.

## PROPUESTA

Se presentan resultados obtenidos de un estudio experimental en aulas universitarias en Ecuador, específicamente en ESPOL, EPN y Universidad IKIAM. En una serie de aulas se midió el ambiente térmico y las preferencias de los ocupantes fueron medidas. Se analizaron la temperatura de confort y la aceptabilidad y en comparación con los modelos de confort de las normas internacionales ANSI/ASHRAE 55-2017: Condiciones ambientales térmicas para la ocupación y EN 15251: Parámetros de condiciones ambientales interiores para el diseño y evaluación de la eficiencia energética de los edificios Calidad del aire interior, entorno térmico, iluminación y acústica. Utilizando los resultados de la sensación térmica y la temperatura operativa (Top), se determinó el rango de confort térmico para cada zona climática. Finalmente, comparamos los resultados indicados por los ocupantes en este investigación con estudios previos realizados en lugares con similares condiciones climáticas.



### Encuesta de confort térmico

| Thermal sensation (TS) |               | Thermal comfort (TC) |                         | Thermal preference (TP) |                 | Thermal acceptability (TA) |                       |
|------------------------|---------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------|
| Scale number           | Verbal anchor | Scale number         | Verbal anchor           | Scale number            | Verbal anchor   | Scale number               | Verbal anchor         |
| -3                     | Cold          | 1                    | Comfort                 | 1                       | Much cooler     | 1                          | Clearly acceptable.   |
| -2                     | Cool          | 2                    | Slightly uncomfortable  | 2                       | Cooler          | 2                          | Just acceptable.      |
| -1                     | Slightly cool | 3                    | Uncomfortable           | 3                       | Slightly cooler | 3                          | Just unacceptable.    |
| 0                      | Neutral       | 4                    | Very Uncomfortable      | 4                       | No change       | 4                          | Clearly unacceptable. |
| 1                      | Slightly warm | 5                    | Extremely Uncomfortable | 5                       | Slightly warmer |                            |                       |
| 2                      | Warm          |                      |                         | 6                       | Warmer          |                            |                       |
| 3                      | Hot           |                      |                         | 7                       | Much warmer     |                            |                       |

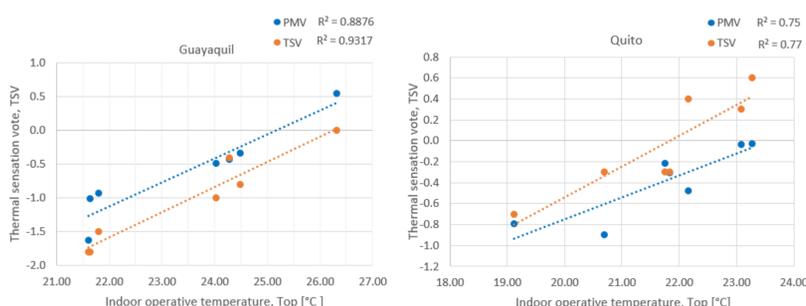
### Variables medición físicas

|                           | Rango        | Precisión         |
|---------------------------|--------------|-------------------|
| Temperatura de bulbo seco | 10°C a 40°C  | ±0,3°C a ±0,5°C   |
| Humedad relativa          | 60°C a 95°C  | ±5%               |
| Temperatura de globo      | 10°C a 40°C  | ±0,3°C a ±0,5°C   |
| Velocidad del aire        | 0,05 a 1 m/s | ±0,02 a ±0,05 m/s |

## RESULTADOS

Se encuentra que el modelo PMV no pudo predecir la sensación térmica de los estudiantes en aulas climatizadas en Guayaquil y Tena. En general, el modelo subestimó la temperatura neutra para estudiantes en climas tropicales como en Guayaquil y Tena.

### Modelo(PMV) vs Real(TSV)



### Comparación con otras locaciones

| Area                    | Climate classification | Reference                                   | Neutral Temperature [°C] | Mode   |
|-------------------------|------------------------|---|--------------------------|--------|
| Quito (Ecuador)         | H                      | This study                                  | 21.8                     | FR     |
| Bogota (Colombia)       | H                      | Natarajan S. et al (2015)                   | 23.0; 22.6               | NV; AC |
| Nepal                   | H                      | Thapa et al (2016)                          | 21.2                     | NV     |
| Guayaquil (Ecuador)     | Aw                     | This study                                  | 26.3                     | AC     |
| Jos (Nigeria)           | Aw                     | Ogbonna, A. C., & Harris, D. J. (2008) [19] | 26.3                     | NV     |
| Central area (Taiwan)   | Am                     | Cheng et al (2008)                          | 25.4; 25.7               | NV; AC |
| Tena (Ecuador)          | Af                     | This study                                  | 26.5                     | FR-AC  |
| Kuala Lumpur (Malaysia) | Af                     | Zaki S.A. et al. (2017)                     | 26.8; 25.6               | FR; AC |
| (Singapore)             | Af                     | Wong N.H. and Khoo S. S (2003) [25]         | 28.3                     | NV     |

## CONCLUSIONES

- La Temperatura de confort medio en Quito es de 21,3 °C en modo de ventilación natural sólo 0,5 K más bajo que Temperatura neutra. En Guayaquil, la temperatura media de confort es 25.4 °C en modo AC, que es 1 C más bajo que el predicho por el regresión lineal. Mientras que en Tena, el Temperatura media de confort es de 26.4 °C en el modo de ventilación natural y 25.2 °C en modo Aire Acondicionado
- Los rangos de temperatura para el 80% y el 90% de la aceptabilidad son notablemente similar, pero con una diferencia promedio de 1.1 K para Guayaquil y 1.7 K para Tena. El PMV estimó un menor porcentaje de satisfacción en comparación con el declarado por los estudiantes.