

## Valoración cualitativa sobre la “sensación térmica” en aulas del edificio de Premédico de la Escuela Latinoamericana de Medicina

LUIS CARLOS HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, RAINIERO ACOSTA LÓPEZ, ERNESTO SANGÜINETY PELÁEZ.

*Escuela Latinoamericana de Medicina, Departamento de Física-Matemática, La Habana, Cuba.*

### RESUMEN

**Objetivo:** valorar cualitativamente el rango de la sensación térmica durante los horarios docentes en las aulas seleccionadas del edificio de Premédico de la Escuela Latinoamericana de Medicina en días con condiciones climáticas características.

**Métodos:** para la determinación de los valores aproximados de la “sensación térmica” en las aulas seleccionadas, se tomaron los datos de la temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del viento dentro del local, medidos a las 7:30 a.m y 1:00 p.m, respectivamente en días húmedos de verano correspondientes al mes de junio de 2017. Se consideró a priori que ambos horarios eran representativos de los momentos más fríos y cálidos del día. Se realizó revisión de documentos, análisis y síntesis e inducción y deducción sistematización.

**Resultados:** se efectuaron valoraciones cualitativas de la ventilación natural, y aproximadas de las temperaturas y humedad del aire en las aulas PM-II-1, PM-II-9, PM-II-10, PM-II-11, PM-II-12, PM-II-13 y PM-II-14, en días húmedos de verano cuya temperatura ambiente era de 29°C - 34°C y la humedad relativa entre el 90% y 95%, correspondientes al mes de junio, en dos horarios: 7:30 a.m y 1:00 p.m. A partir de las valoraciones obtenidas se determinó la temperatura de sensación que mostró valores por encima de los 50°C.

**Conclusiones:** en días de condiciones climáticas características de alta humedad y temperatura, la sensación térmica en los locales estudiados alcanza los valores descritos por la literatura especializada como peligrosos para la salud de las personas

**Palabras clave:** sensación térmica; temperatura de sensación; aulas calurosas.

### INTRODUCCIÓN

Las sensaciones térmicas se ubican entre las manifestaciones objetivas de la influencia del clima sobre las personas y dependen de los parámetros determinantes del ambiente en el cual se encuentran dichas personas y de la relación entre el calor que produce el metabolismo del cuerpo y el disipado hacia el entorno. A esto se le suman factores personales como la edad, el sexo, el nivel de actividad física, la alimentación y la vestimenta, entre otras, pero sobre todo el nivel de aclimatación que presenta el cuerpo humano ante una condición ambiental específica (1).

En fisiología humana se dice que existe confort térmico cuando no tienen que intervenir los mecanismos termorreguladores en condiciones de baja actividad física y con arropamiento ligero.

La regulación de la temperatura corporal depende de magnitudes como la temperatura seca, la velocidad del viento y la humedad relativa, entre otras. Cuando la temperatura corporal sale de la región de confort, a los centros termorreguladores situados en el hipotálamo llega información sobre la temperatura de los órganos internos, e inmediatamente se desatan mecanismos reflejos

tendientes a equilibrar el calor producido por el cuerpo con el intercambiado con el ambiente (2).

Si se siente frío, se producen vasoconstricción periférica para impedir que el calor de la sangre llegue a la piel y escape del cuerpo, hay temblor y aumento de la termogénesis etc. Si se siente calor se produce vasodilatación cutánea para entregar el calor de la sangre al ambiente, hay sudoración (la evaporación del sudor extrae calor al cuerpo) y jadeo. La velocidad del viento y la humedad relativa son fundamentales en cuanto a facilitar o impedir la evaporación del sudor. También hay que tener en cuenta la ropa puesta.

No es fácil definir con exactitud los parámetros de un ambiente confortable, debido a que un ambiente confortable para una persona, puede ser incómodo para otra. Por ejemplo, lo que para una persona es un ambiente algo frío, otra lo encuentra como una temperatura ideal.

En el diseño de las construcciones se tiene en cuenta, entre otros factores, la radiación solar a la que se someten las paredes y el techo, así como la inercia térmica de los elementos constructivos expresados en el retraso del flujo de calor hacia el interior de los locales y la ventilación que garantice las condiciones psicrométricas, el movimiento y la pureza del aire (3).

En los países tropicales como Cuba, las edificaciones se diseñan para ser ventiladas de forma natural (solo por efecto del viento), se caracterizan y valoran por el área de ventanas que garanticen el flujo de aire.

La Escuela Latinoamericana de Medicina (ELAM) hereda las edificaciones de la Academia Naval Granma, diseñadas y construidas para una institución docente militar de la Marina de Guerra. De tal manera que, para convertirse en una escuela de Medicina con objetivos diferentes y una matrícula mayor, se tiene que cambiar el objeto de muchas de las instalaciones.

El actual edificio docente de Ciencias Básicas, los de la Residencia Estudiantil, así como el edificio de los Laboratorios Multidisciplinarios están situados en una pequeña colina, cosa lo que favorece el acceso de la brisa marina y se caracterizan por tener grandes áreas con ventanas.

Lo que es ahora el edificio docente de Premédico se construye en una zona baja con poca ventilación natural para una Facultad de Armamento Naval, los locales se utilizaban para exponer equipos pesados de artillería y armamento electrónico, como radares con sus antenas, cohetes, torpedos, minas, sonares, y equipos de comunicaciones etc. Las maquetas de estudio radicaban en locales del ala sur, por razones de seguridad, eran locales cerrados, menos accesibles, apropiados al régimen especial de seguridad requerido por el armamento existente en la Academia Naval.

Esos locales del "ala sur" son ahora las aulas: PM-II-1, PM-II-9, PM-II-10, PM-II-11, PM-II-12, PM-II-13, PM-II-14, que se caracterizan por ser muy calurosas y son el objetivo de este estudio.

Los organismos especializados recomiendan la determinación de los índices de temperatura efectiva (TE) y temperatura efectiva equivalente (TEE), los cuales son índices bioclimáticos empíricos de sensación térmica calculados sobre la base de la temperatura del aire y la humedad relativa, que incluye la velocidad del viento para el caso de la TEE, con la utilización de una ecuación semiempírica denominada fórmula de Brooks. Ambos índices son válidos para evaluar la sensación térmica en personas bajo actividad física poco intensa (caminar, realizar labores de oficina, entre otras) y vestidas con ropa habitual de verano (0,5 Clo de aislamiento térmico del vestuario) y que permanecen en el interior de las edificaciones o en exteriores a la sombra, donde no esté presente el efecto del viento (4).

Esta recomendación no se pudo tener en cuenta, porque se carecía de los instrumentos de medición requeridos para medir esos parámetros, por lo que se selecciona realizar una estimación indirecta de sus valores aproximados.

Otros autores, al igual que en este estudio, reconocen como válidas las estimaciones del National Weather Service (5), que permite determinar la temperatura de sensación con valores de humedad relativa y temperatura del aire, sin tener en cuenta la radiación solar ni la velocidad del aire y para un índice de indumentaria de 0,5Clo.

## MÉTODO

Para la determinación de los valores aproximados de la "sensación térmica" en los locales seleccionados, se tomaron los datos de la temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del viento dentro del local, medidos a las 7:30 a.m y 1:00 p.m, respectivamente en días húmedos de verano correspondientes al mes de junio de 2017. Se consideró a priori que ambos horarios eran representativos de los momentos más fríos y cálidos del día.

Por no disponer de un termómetro de bulbo seco con certificado de calibración, se realizaron, en las aulas objeto de estudio, estimaciones aproximadas de la temperatura del aire con un termómetro docente, corroborando que las temperaturas medidas se encontraban dentro de un rango de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  para las temperaturas máxima y mínima, con relación a la publicada en el pronóstico del tiempo del Instituto de Meteorología para los días seleccionados.

La velocidad del aire en el interior de las aulas se determinó con muy buena aproximación. Se analizó, la ausencia de flujo de aire por la pequeñez de los ventanales y su disposición. Se consideró solo la ventilación natural en ellas, sin la presencia de ventiladores en el caso de que los hubiera.

La humedad relativa se determinó de manera subjetiva, observando la dificultad para la evaporación del agua de la limpieza en el piso, la presencia de condensación de agua en los vidrios y la niebla.

Con los valores estimados de humedad, temperatura y velocidad del aire se estimaron los valores de temperatura de sensación de las aulas seleccionadas, utilizando la tabla 2.

Se consideró nula la radiación térmica solar sobre las paredes y techos de las aulas PM-II-10, PM-II-11, PM-II-12, PM-II-13, PM-II-14, por no encontrarse directamente afectados por la misma.

El índice de indumentaria se estimó a partir de las prendas de vestir del uniforme de los estudiantes y se le asignó un valor de 0,5 Clo.

## RESULTADOS

En las aulas PM-II-1, PM-II-9, PM-II-10, PM-II-11, PM-II-12, PM-II-13, PM-II-14, la temperatura del aire a las 07:30 a.m en los días estudiados se estimó igual para todas en el orden de los  $29^{\circ}\text{C}$ .

La temperatura del aire a la 01:30 p.m se estimó igual en las aulas PM-II-10, PM-II-11, PM-II-12, PM-II-13, PM-II-14, en el orden de  $33^{\circ}\text{C}$ . Se encontró una marcada diferencia en las aulas PM-II-1 y PM-II-9, con valores alrededor de los  $34^{\circ}\text{C}$ .

Las aulas PM-II-1 y PM-II-9, por tener terrazas colindantes no techadas, recibían una alta radiación solar que afectaba por reflexión a dichos locales. El incremento de la temperatura por esta causa no pudo medirse porque se carecía de un termómetro de bulbo negro.

En la estimación de la velocidad del aire a las 07:30 a.m en todas las aulas se corroboró la coincidencia del cambio de sentido del viento de terral a brisa donde la calma es casi total. A la 1:30 p.m la velocidad del viento se estimó nula en todas las aulas, observándose que, aunque había brisa en la terraza colindante al aula PM-II-1, no penetraba al local del aula.

La humedad en todos los locales se consideró la misma, a las 07:30 a.m, se estimó entre 95% y 98% y a la 1:30 p.m se valoró entre el 85% y el 90%.

Los resultados de los valores estimados para la temperatura del aire, velocidad del aire, humedad relativa y temperatura de sensación en los horarios de la mañana y mediodía se muestran en la tabla 1. Para la determinación de la temperatura de sensación se utilizó la tabla 2.

**Tabla 1.** Valores estimados para la temperatura del aire, velocidad del aire, humedad relativa y temperatura de sensación en los horarios de la mañana y el mediodía.

Aulas	Temperatura del aire (°C)		Velocidad del aire (m/s)		Humedad relativa (%)		Temperatura de Sensación. (°C)	
	07:30	1:30	07:30	1:30	07:30	1:30	07:30	1:30
Horario								
PM-II-1 y PM-II-9	29	34	0	0	95	90	38	58
PM-II-10 a PM-II-14	29	33	0	0	95	90	38	54

**Tabla 2.** Determinación de la temperatura de sensación.

		Temperatura del aire (°C)																		
		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
Humedad relativa (%)	45	27	28	29	30	31	32	33	35	37	39	41	43	46	49	51	54	57	62	64
	50	27	28	30	31	33	34	36	38	41	43	46	49	52	55	58	62			
	55	28	29	30	32	34	36	38	40	43	46	48	52	55	59	62				
	60	28	29	31	33	35	37	40	42	45	48	51	55	59	63					
	65	28	30	32	34	36	39	41	44	48	51	55	59	63						
	70	29	31	33	35	38	40	43	47	50	54	58	63							
	75	29	31	34	36	39	42	46	49	53	58	62								
	80	30	32	35	38	41	44	48	52	57	61									
	85	30	33	36	39	43	47	51	55	60	65									
	90	31	34	37	41	45	49	54	58	64										
	95	31	35	38	42	47	51	57	62											
100	32	36	40	44	49	54	60													

## CONCLUSIONES

La metodología empleada para determinar la temperatura de sensación aún cuando carece de rigor cuantitativo permite hacer una valoración de los factores que hacen de dichas aulas locales en extremo calurosos. Nótese que, fisiológicamente 33°C, con una humedad relativa del 90%, es equivalente a estar a 54°C en ambiente seco, por ejemplo, con humedad absoluta del 20%.

Los valores estimados para la sensación térmica en las aulas estudiadas son altos para el horario de la mañana y críticos con peligro para la salud en el horario del mediodía.

La escasa ventilación de los locales que no se diseñaron para aulas, se debe a que no se establece un gradiente de presión que origine un flujo que evacúe el aire de mayor temperatura y menor densidad que se acumula en la parte superior y lo reemplace por aire de menor temperatura (fresco) proveniente del exterior.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castillo Oliva, Claudio Santiago; Barcia Sardiñas, Sinaí *SENSACIONES TÉRMICAS EN LA PROVINCIA CIENFUEGOS (CUBA)* Investigaciones Geográficas (Esp), núm. 64, julio-diciembre, 2015, pp. 25-35 Universidad de Alicante, Alicante, España.
- Arthur Guyton. *Tratado de Fisiología Médica XII Edición. Unidad XIII. Cap. 73. Regulación de temperatura corporal y fiebre.* Disponible en <http://booksmedicos.org/> Consultado: 1:30 pm 6/8/17
- Rodríguez, I. *Seguridad y salud en el trabajo. Edit. Félix Varela. La Habana. Cuba. 2007. Cap.8.Ventilación.*Viña, S.
- Alonso, A. *Ergonomía. Cap.VI. Microclima laboral. Edit. Félix Varela. La Habana. Cuba. 2006.*
- National Weather Service. *Gobierno federal de los Estados Unidos. Disponible en: http://www.nws.noaa.gov/ National Weather Service. Consultado en agosto 20, 2015.*

## **Qualitative assessment on the “thermal sensation” in the building’s classrooms Premedic of the Latin American School of Medicine**

### **ABSTRACT**

**Objective:** to assess qualitatively the range of the thermal sensation during teaching hours in selected classrooms of the Premedic building of the Latin American School of Medicine on days with characteristic climatic conditions.

**Methods:** for the determination of the approximate values of the “thermal sensation” in the selected classrooms, the data of the air temperature, relative humidity and wind speed inside the premises were taken, measured at 7:30 a.m and 1:00 p.m, respectively on humid summer days corresponding to the month of June 2017. It was considered a priori that both schedules were representative of the coldest and hottest times of the day. A review of documents, analysis and synthesis, induction, systematization deduction was carried out.

**Results:** qualitative assessments of natural ventilation were made, and approximate of air temperatures and humidity in rooms PM-II-1, PM-II-9, PM-II-10, PM-II-11, PM-II -12, PM-II-13 and PM-II-14, on humid summer days whose ambient temperature was 29°C - 34°C and the relative humidity between 90% and 95%, corresponding to the month of june, in two opening hours: 7:30 a.m and 1:00 p.m. From the obtained valuations the temperature of sensation that showed values over 50°C was determined.

**Conclusions:** in days of climatic conditions characteristic of high humidity and temperature, the thermal sensation in the studied premises reaches the values described by the specialized literature as dangerous for the health of people

**Keywords:** thermal sensation; sensation temperature; warm classrooms.