

ESTIMACIÓN DEL CONFORT TÉRMICO EN LOCALES DE LA EMPRESA GRÁFICA 'CIENFUEGOS' THERMAL COMFORT IN PLACES OF THE GRAPHICAL ENTERPRISE 'CIENFUEGOS'

Fanny Jorge Lazo ¹

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar el confort térmico en locales pertenecientes a la empresa gráfica 'Cienfuegos' mediante el método de Fanger. Seis de los nueve locales estudiados presentaron un porcentaje previsible de insatisfechos superiores al 55 %, de los cuales cuatro superaron el 70 %. Los locales con mayores porcentajes de insatisfechos resultaron ser los de encuadernación y el de la máquina rotativa. Se proponen algunas medidas para mejorar el ambiente térmico en dichos locales.

Palabras clave: confort térmico, método de Fanger

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the thermal comfort in several places of the graphical enterprise 'Cienfuegos' by means of the Fanger's method. Six of the nine studied places had a predicted percentage of dissatisfied peoples, greater than 55 %, of which four exceeded 70%. Places with greater percent were those of bookbinding and of the revolving machine. Some actions are proposed to improve the thermal environment of such places.

Key words: thermal comfort, Fanger's method

INTRODUCCIÓN

En una reunión consultiva sobre el desarrollo de la higiene ocupacional en América Latina y El Caribe, desarrollada en Sao Paulo en 1998, se definió la Higiene industrial, ocupacional o del trabajo como la ciencia de la anticipación, reconocimiento y evaluación de los factores de riesgos para la salud tales como químicos, físicos, biológicos y otros, existentes o potenciales en el ambiente de trabajo, y el desarrollo de estrategias efectivas para planificar su prevención, eliminación y control, con el objetivo de proteger y promover la salud, tomando en consideración el posible impacto en la población general y el medio ambiente ¹.

Dentro de estos factores de riesgo, existen dos grupos que repercuten sobre el ambiente térmico de trabajo. Uno son los factores objetivos, que actúan de la misma manera sobre los trabajadores, independientemente de sus características personales. De este tipo son el ambiente

físico, cuya influencia puede medirse a través de variables ambientales (variables microclimáticas) o magnitudes físicas; el calor metabólico o calor interno generado por el propio trabajador como consecuencia del ejercicio físico que realiza durante el trabajo; y, por último, la ropa que lleva puesta. Los otros factores son propios de cada individuo en particular y, por tanto, son subjetivos. Entre ellos están la edad, la constitución individual, el estado de salud, los gustos, el sexo, etc.

El ambiente físico de trabajo es el medio en el que éste se desarrolla y que está determinado por el ruido, la iluminación, las vibraciones, las radiaciones y los contaminantes químicos y biológicos, así como por las condiciones termohigrométricas.

Las condiciones termohigrométricas pueden afectar en mayor o menor medida la salud y seguridad de los trabajadores, pues aun cuando las condiciones no sean extremas, es decir, incluso aunque no haya mucho calor o mucho frío y el trabajo no sea pesado, dichas condiciones influyen en el desarrollo y la calidad del trabajo realizado y, por tanto, en el rendimiento laboral. Los trabajos en ambientes calurosos provocan una disminución de la productividad y de la seguridad del trabajador, además de que pueden desencadenar patologías relacionadas con una inadecuada termorregulación ².

La necesidad de evaluar y controlar los ambientes térmicos donde se trabaja, no solo se limita a aquellos procesos tecnológicos donde pueda existir con mayor frecuencia estrés térmico, sino también a procesos que no generan altas temperaturas, vinculados más a los problemas de bienestar o confort térmico que a los de estrés térmico ³⁻⁴. Por tanto, conocer y actuar sobre los factores constituyentes del ambiente térmico resulta un elemento esencial en la vigilancia por el bienestar y salud de los trabajadores.

Como artificios de evaluación de los ambientes térmicos se utilizan los llamados índices térmicos. Un índice térmico es una combinación, en un sólo número, de distintas variables que influyen en lo que le sucede al individuo debido al ambiente térmico, o dicho de otra manera, que influyen en la respuesta humana al ambiente térmico. Los mejores índices serán los que se obtengan a

¹ Licenciada en Radioquímica, Máster en Contaminación Ambiental, Profesora Instructor. Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba

Correspondencia:

M.Sc. Fanny Jorge Lazo
División de Gestión Ambiental, Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos
Calle 17, esq. Ave. 46 s/n, Reparto Reina, CP 55100, Cienfuegos, Cuba
Teléfono: 525478
E-mail: fanny@gestion.ceac.cu

partir de todas las variables que influyen, es decir, las variables ambientales, el consumo metabólico y el aislamiento de la ropa del trabajador.

Con los índices térmicos es fácil y sencillo saber si el riesgo es tolerable o intolerable. Basta con comparar el valor del índice calculado en el trabajo con el criterio o valor de referencia de ese índice.

Los índices térmicos son, por tanto, artificios muy útiles para realizar la evaluación de riesgos laborales relacionados con el ambiente térmico. Hay índices que son específicos para evaluar los riesgos por estrés térmico debido al calor, y otros para los debidos al frío. También existen índices que permiten conocer si el trabajo se desarrolla en condiciones de confort o de malestar térmico.

La mayoría de las situaciones en las que los trabajadores manifiestan su inconformidad con el ambiente térmico, no son suficientemente agresivas como para dar lugar a daños en la salud. Ello no impide, sin embargo, que los efectos desfavorables de los ambientes calurosos sean capaces de generar una sensación de discomfort que puede provocar pérdidas de motivación por la actividad, disminución de la concentración y de la atención, con el consecuente incremento de accidentes y una disminución en la calidad del trabajo y del rendimiento, que puede decaer, según diversos autores, hasta el 40 %⁵⁻⁶.

La presente investigación tiene como objetivo esencial determinar el grado confort térmico en algunos locales de la empresa gráfica 'Cienfuegos', como parte de un estudio más integral sobre el microclima laboral en dicha empresa y que surge a partir de una exigencia del órgano rector de la higiene y epidemiología en la provincia, debido al posible surgimiento de enfermedades profesionales.

MATERIAL Y MÉTODO

Durante el mes de junio de 2006 se llevó a cabo una inspección en la empresa gráfica 'Cienfuegos' con el objetivo de reconocer y evaluar los factores de riesgos en aquellos puestos, zonas o locales de trabajo. En el marco de esta inspección se diseñó un programa de muestreo y mediciones de las distintas variables microclimáticas que influyen en el ambiente laboral, el cual se detalla a continuación:

Diseño de muestreo

• Variables

1. Velocidad del aire.
2. Temperatura del aire.
3. Temperatura de globo.
4. Humedad relativa.

• Instrumentos empleados en las mediciones

La medición de las variables microclimáticas se llevó a cabo mediante el uso de estaciones portátiles automáticas Davis, facilitadas por el Centro Provincial de Meteorología y realizadas por especialistas de dicha institución.

• Requisitos generales para la ejecución de las mediciones

Las mediciones se realizaron bajo condiciones normales de trabajo, entendiéndose como tales:

- Días normales de producción, preferiblemente a carga máxima de producción.
- Sistemas y medios de ventilación funcionando.
- Días típicos del año (conciliado con el Centro Provincial de Meteorología)
- Que no existieran modificaciones microclimáticas por alteraciones de los parámetros tecnológicos.

• Selección de los puestos, zonas o locales de trabajo y variables a medir en los mismos

La selección de los puntos de medición se realizó sobre la base de la identificación de las fuentes de contaminación, características constructivas del local, flujo tecnológico, sistemas de ventilación, forma de realización del trabajo y similitud o no entre los puestos de trabajo.

En la figura 1 se muestra un esquema de los locales de trabajo con los puntos a medir, y en la tabla 1 la identificación de los mismos.

• Períodos estacionales y ciclos de medición

Las mediciones se llevaron a cabo en un ciclo de dos días consecutivos de un mismo mes y de un mismo período estacional. Dichos días se coordinaron previamente con el departamento de Pronóstico del Centro Provincial de Meteorología, de modo que constituyeran días 'típicos' o 'representativos' del período estacional en cuestión.

• Duración y frecuencia de las mediciones

Este parámetro se diseñó para cada variable, sobre la base de la duración de la jornada laboral y las características propias de las variables a medir. Se determinaron simultáneamente las variables microclimáticas. Se realizaron 5 mediciones cada día durante la jornada laboral (para un total de 10 mediciones en el ciclo) en los horarios: 8:00 am, 10:00 am, 12:00 m, 2:00 pm y 4:00 pm.

Teniendo en cuenta la imposibilidad de medición de la temperatura radiante media por dificultades con el termómetro de globo, se asumió para los cálculos que la temperatura de globo era igual a la temperatura seca (o sea, se asumió que no existía influencia marcada de la temperatura de radiación), y se determinó el índice de valoración medio (IMV) y el porcentaje previsible de insatisfechos (PPD) propuestos por Fanger, en un método para la valoración del confort térmico que lleva su nombre y que aparece descrito de forma detallada en la literatura⁷⁻⁸.

Figura 1
Esquema general de la planta. Locales (letras) y puntos de muestreos (números)

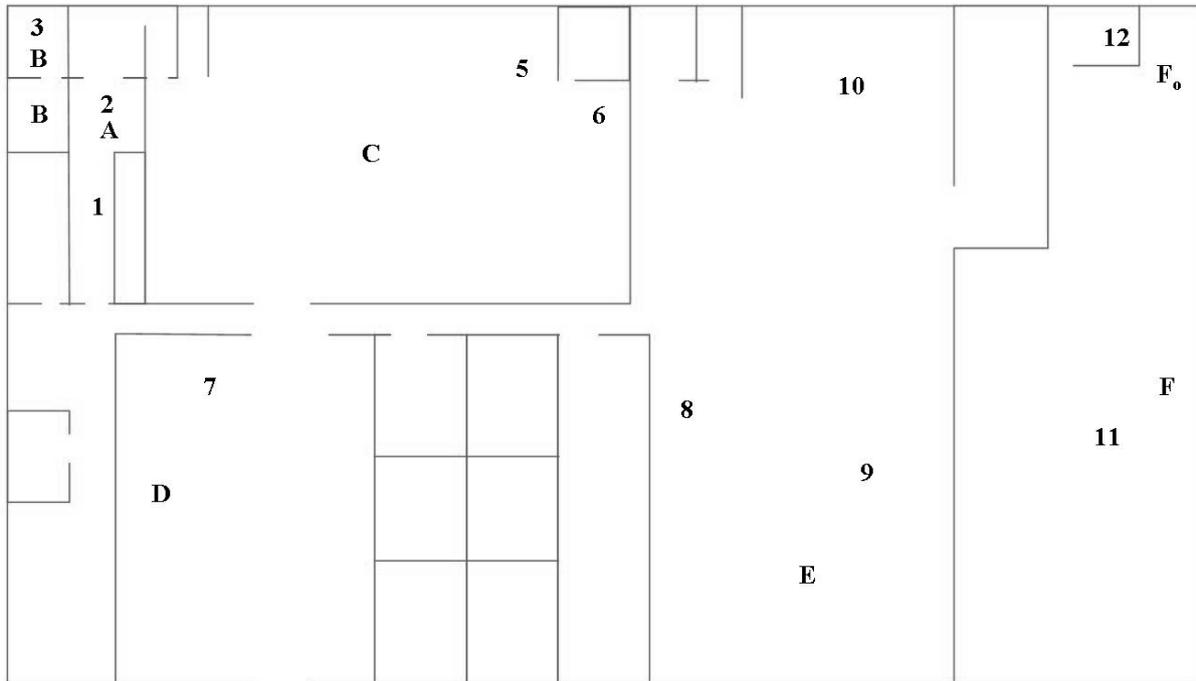


Tabla 1
Identificación de los locales

Posición	Nombre del local
A	Impresión offset, tres máquinas
B	Invertido
C	Encuadernación (Baby Pony)
D	Impresión offset, máquina rotativa
E	Encuadernación manual
F	Almacén
F₀	Oficina almacén

Es válido aclarar que en el presente estudio se han tomado en consideración dos aspectos esenciales: el primero, que la temperatura radiante media y la seca son iguales, lo cual implicaría la no influencia marcada de la temperatura de radiación. Esto significa que si en las condiciones reales existiera influencia marcada de esta temperatura (aspecto que no pudo comprobarse por dificultades con el termómetro de globo), los valores de IMV y, por tanto, de PPD, fueran superiores a los encontrados. El segundo aspecto se refiere a la velocidad relativa del aire. Para que fuera posible el cálculo de los parámetros determinados por el método de Fanger, se asumió que esta variable tenía un valor de 0,1m/s, ya que en la casi totalidad de los casos las mediciones resultaron ser de 0 m/s.

Las otras variables propuestas para los cálculos, de acuerdo a las normas internacionales⁹, fueron:

- Clo: 0,5
- Nivel de actividad: 145 kcal/h

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para estudiar la calificación que grupos de personas expuestas a una determinada situación atribuyen a su grado de confort, el método de Fanger emplea la siguiente escala numérica de sensaciones: -3 (muy frío); -2 (frío); -1 (ligeramente frío); 0 (neutro - confortable); +1 (ligeramente caluroso); +2 (caluroso); y +3 (muy caluroso).

Cuando un conjunto de individuos se expone a una determinada situación, el IMV es el promedio de las respectivas calificaciones atribuidas a dicha situación de acuerdo con la escala anterior.

Aunque el índice IMV resuelve el problema de cuantificar el grado de confort de una situación dada, su utilidad práctica sería reducida si no fuera posible correlacionar sus valores con el porcentaje de personas que para cada valor del índice expresan su conformidad o disconformidad con el ambiente en cuestión.

Los resultados de este método, por tanto, se expresan como porcentaje de personas que se sentirán inconfortables en un ambiente determinado. Los mismos resultan de gran interés no sólo cuando se trata de evaluar una situación de disconfort, sino, además, cuando se pretende proyectar o modificar un ambiente térmico.

En la tabla 2 aparecen los resultados de la aplicación del método de Fanger usando los valores de las variables microclimáticas medidas en cada local, así como los valores del resto de las variables a tener en cuenta para el cálculo del IMV y del PPD, contenidas en las tablas de la ISO 7730¹⁰.

Tabla 2
Resultados al aplicar el método de Fanger

Local	IMV	FH	FR	IMV corregido	PPD (%)
A 1-2	1,46	0,0032	0,09	1,51	50
B-3	1,15	0,0032	0,09	1,17	37
B-4	1,08	0,0032	0,09	1,09	29
C 5-6	1,80	0,0032	0,09	1,85	70
D	1,82	0,0032	0,09	1,86	70
E-8	1,96	0,0032	0,09	2,00	80
E-9	1,88	0,0032	0,09	1,92	73
E-10	1,57	0,0032	0,09	1,61	55
Almacén	1,77	0,0032	0,09	1,81	68

	Menores porcentajes de insatisfacción, clima ligeramente caluroso (aire acondicionado)
	Clima entre ligeramente caluroso y caluroso (ventilador)
	Altos porcentajes de insatisfacción, clima caluroso

Los valores de PPD obtenidos varían en un rango de 29 a 80 % de insatisfechos para todos los locales estudiados. Los menores porcentajes de insatisfechos se obtuvieron para los locales A, B3 y B4, donde el IMV se corresponde con un clima ligeramente caluroso según la escala numérica de sensaciones; sin embargo, en estos locales existen sistemas de enfriamiento por aire acondicionado. El resto de los locales muestran valores de insatisfacción de entre 68 y 80 % para IMV correspondientes a ambientes calurosos, exceptuando el local E10, donde se obtuvo un PPD de 55 % para un ambiente calificado entre ligeramente caluroso y caluroso, lo cual podría estar relacionado con la presencia de ventilador en esta zona.

Diferentes estudios han demostrado que en cualquier grupo existe siempre al menos un 5 % de individuos que manifiestan estar claramente disconformes con las condiciones de confort existentes; sin embargo, si las condiciones ambientales son desfavorables, este porcentaje puede incrementarse hasta valores muy superiores¹¹.

Los locales más críticos con relación al porcentaje de trabajadores insatisfechos son los C, D y E (8 y 9), que se corresponden respectivamente con el local de encuadernación (máquina Baby Pony), el local de la máquina rotativa y el local de encuadernación manual (específicamente las zonas donde se localizan la prensa de desechos y las guillotinas). En ninguno de estos locales se encontraba funcionando algún sistema de ventilación (ni central ni local).

En general, estos resultados concuerdan con las opiniones expresadas por los trabajadores que laboran en cada uno de los locales, los cuales manifestaron insatisfacción o inconformidad en cuanto a la temperatura o sensación térmica que perciben.

Resulta de interés destacar que, a pesar de los locales con aire acondicionado ser lógicamente los de menor disconfort térmico, en los mismos (y con mayor énfasis en el local de impresión offset, donde existe, además, un sistema de extracción forzado) se detectó un valor nulo para la velocidad relativa del aire, aún con ambos sistemas funcionando (aire y extractor). Teniendo en cuenta que en los locales industriales es necesario una buena ventilación para eliminar o diluir los contaminantes y evitar así una excesiva exposición a los trabajadores, y que los valores de renovación mínima del aire en locales con fuentes de contaminación es de 50 m³ de aire limpio por hora y por trabajador, es de suma importancia el estudio del funcionamiento de los sistemas de ventilación en estos locales por especialistas en esta temática, a fin de asegurar la salud de los trabajadores que laboran allí^{12,13}.

Aunque en el marco de esta investigación no se monitorearon contaminantes químicos, es válido destacar que el estudio del ambiente térmico no debe resultar un hecho aislado a la exposición del hombre a los tóxicos, pues la misma puede verse incrementada por la acción del calor debido a los siguientes aspectos:

- El calor favorece la emisión de vapores de las sustancias volátiles.
- La cantidad de aire respirado, y por tanto, de las sustancias tóxicas contenidas en él, pueden aumentar en sujetos no aclimatados.
- La absorción respiratoria de tóxicos se incrementa por el aumento del flujo sanguíneo en los pulmones.
- Lo mismo ocurre al nivel de la piel.
- El calor puede modificar la acción irritante de las sustancias sobre la piel.
- El aumento del sudor puede favorecer la absorción de ciertas sustancias.

De modo que mediante el presente estudio se logra determinar, con datos obtenidos a partir de mediciones de variables microclimáticas, aquellos locales donde pudieran tomarse algunas medidas para el control del calor, tales como:

Medidas técnicas

- Ventilación general suficiente (ventiladores).
- Renovación suficiente del aire (impulsores y extractores de aire).
- Climatización (aire acondicionado)..

Medidas organizativas

- Establecer períodos de descanso en espacios climatizados
- Disponer de agua fresca y abundante.
- Rotación de tareas siempre que sea posible.

Medidas de protección personal

- Prever procesos de aclimatación cuando la situación lo requiera.
- Medidas de protección individual.
- Control médico periódico.

De manera general, se concluye que en la empresa gráfica 'Cienfuegos' los locales más críticos con relación al porcentaje trabajadores insatisfechos que laboran en los mismos, son el local de encuadernación (máquina Baby Pony), el de la máquina rotativa y el de encuadernación manual (específicamente las zonas donde se localizan la prensa de desechos y las guillotinas). En estos locales el disconfort térmico pudiera constituir un riesgo de accidente para los trabajadores que allí laboran, al concentrarse menos en su labor o dar lugar a una baja capacidad o rendimiento laboral durante la jornada de trabajo. Se recomienda, por tanto, realizar una evaluación del estrés térmico en los locales más críticos, lo cual pudiera dar una valoración más exacta del ambiente térmico al que están expues-

tos estos trabajadores. Esto pudiera realizarse por medio del índice WBGT (temperatura de globo y bulbo húmedo) ¹⁴. Se recomienda, además, la implementación de medidas técnico-organizativas que mejoren el ambiente térmico en los locales más críticos, así como la revisión del funcionamiento de los sistemas de ventilación/climatización.

BIBLIOGRAFÍA

1. Van der Haar R. Formación de recursos humanos en el área de salud ocupacional en América Latina: Informe preliminar. Heredia: Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas; 1999.
2. Arce L, Rojas K. Trabajadores costarricenses expuestos a sobrecarga térmica; implicaciones en la salud y la producción. *Enfermería en Costa Rica* 2007;28(1): 20-25.
3. Lazzarotto N. Adequação do modelo PMV na avaliação do conforto térmico de crianças do ensino fundamental de ijuí-rs. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Ingeniería Civil. Universidad de Santa María, RS, Brasil; 2007.
4. Bravo GC, González EM. Confort térmico en el trópico húmedo: experiencias de campo en viviendas naturalmente ventiladas. *Ambiente Construido* 2003;3(2): 47-55.
5. Benjamín W. Niebel. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos. México DF: Ediciones Alfaomega; 1992.
6. David J. Osborne. Ergonomía en acción: La adaptación del medio ambiente de trabajo al hombre. 2ª ed. México DF: Trillas; 1990.
7. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP-74: Confort térmico – Método de Fanger para su evaluación; 2001.
8. Fanger PO. Thermal comfort. New York: McGraw-Hill; 1973.
9. ISO 7730: Moderate thermal environments - determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. Geneva: International Standards Organization; 1994.
10. Ob. Cit 9:9.
11. Ob Cit 7:8.
12. Calvo ML, Galvany F. La ventilación como factor clave del I.A.Q. I Congreso Internacional de Calidad Ambiental en Interiores de Edificios. 2003.
13. NTP-343 Nuevos criterios para futuros estándares de ventilación de interiores. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo; 2001.
14. Suárez R, Caballero EL. Propuesta de proyecto de norma cubana para evaluar el estrés térmico por calor. *Revista Cubana de Salud y Trabajo* 2009;10 (1):52-8.

Recibido: 17 de noviembre de 2009

Aprobado: 9 de marzo de 2011