

CARGA MENTAL E ILUMINACIÓN EN ESPACIOS DE TRABAJO DE OFICINA: DE LAS PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN DE DATOS (PVD) A LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES (TICs). PROPUESTA DE MÉTRICAS.

R. Rodríguez¹, A. Pattini², M. Ison³, J.L. Cortegoso⁴

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - Instituto Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (LAHV INCIHUSA)
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas – CRICYT C.C.131 C.P. 5500 – Mendoza
Tel. 0261-4288797 – Fax 0261-4287370 e-mail: rrodriguez@lab.cricyt.edu.ar

RESUMEN: Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) están modificando progresivamente nuestras prácticas de trabajo, siendo indispensable crear un entorno de trabajo adecuado para su utilización. En este marco avanzará en el conocimiento de la influencia de la iluminación de un espacio de trabajo en la realización de tareas con alta carga mental como son aquellas con TICs. Como objetivos específicos se busca proponer y validar un protocolo para la evaluación lumínica de espacios de trabajo TICs y definir umbrales de confort visual según distintos tipos de trabajo de oficina, a partir de métricas basadas en iluminancia y en luminancia. Se sistematizará el análisis de la relación entre iluminación natural/artificial y carga mental de trabajadores TICs a través de estudios de campo/laboratorio y la aplicación de protocolos de medición específicos que incluyen mediciones fotométricas, de desempeño (efectividad y eficiencia), evaluación subjetiva de carga mental (NASA RTLX) y confort visual (diferencial semántico, índice CSP).

PALABRAS CLAVE: Ergonomía ambiental – Carga Mental – Iluminación – Oficina - TICs

INTRODUCCION

Las tecnologías de la comunicación y de la información (TICs) se caracterizan por la digitalización de las tecnologías de registros de contenidos (informática), de las comunicaciones (telemática) y de las interfaces (mediática). El producto bandera de las TICs es Internet. (PNUD, 2002). La reducción drástica del costo y tiempo necesarios para almacenar, procesar y transmitir información han afectado el modo de organizar la producción y distribución de bienes y servicios. Este modelo socio-económico ha sido bautizado como sociedad post-industrial (Bell, 1976). Para Bell “la sociedad post-industrial es una sociedad de información, igual que la sociedad industrial es una sociedad productora de bienes”

La declaración de Principios de la I Cumbre Mundial de la Sociedad de la Información reconoce que “...las TICs están modificando progresivamente nuestras prácticas de trabajo, es indispensable crear un entorno de trabajo seguro y sano que sea adecuado para la utilización de las TICs, conforme con las normas internacionales pertinentes.” (CMSI, 2005) .La importancia de trabajar en unas condiciones físicas adecuadas se hace evidente cuando se necesita crear un entorno que facilite la percepción, la atención y, en definitiva, la realización de tareas con exigencias de trabajo mental; así se facilita a la persona la detección de señales e informaciones (visuales, acústicas, táctiles, etc.) necesarias para su desempeño en el trabajo. Los niveles adecuados de iluminación y contraste en el puesto de trabajo, así como la ausencia de deslumbramientos, contribuyen al bienestar en el trabajo, en tanto y en cuanto que no se solicitan esfuerzos visuales innecesarios para el nivel de percepción que requiere la tarea. Además, la fuente de luz natural puede ser de importancia para la sensación de bienestar de las personas.

Dentro de este marco, se busca avanzar en el conocimiento de la influencia de los parámetros ambientales (particularmente la iluminación) de un espacio arquitectónico en la realización de una tarea con una alta componente de carga mental como son aquellos con TICs. El objetivo general del proyecto es explorar la relación entre Carga Mental de Trabajadores TICs y las condiciones del ambiente lumínico de su espacio de trabajo. Como objetivos específicos se busca: 1- conceptualizar el trabajo TICs desde el punto de vista ergonómico y las necesidades y preferencias de iluminación que del mismo derivan. 2- proponer y validar un protocolo para la evaluación ergonómica y lumínica de Espacios de Trabajo con TICs. 3 - definir umbrales de confort visual en función de distintos tipos de trabajo y perfiles de trabajadores de oficina, independientes de los umbrales de rendimiento para tareas visuales.

ILUMINACIÓN DE ESPACIOS DE TRABAJO DE OFICINAS HOY

Las recomendaciones de iluminación actuales se basan en el consenso y conocimiento acumulado de comités técnicos de organizaciones profesionales. Sin embargo, estas recomendaciones no necesariamente encuentran eco en las últimas investigaciones empíricas. Es evidente la gran variación en niveles de iluminancia recomendados a través del tiempo y entre diferentes países. (Mills y Borg, 1998) Por otro lado, las recomendaciones de iluminación han enfatizado principalmente la visibilidad (Boyce, 1996), siendo actualmente este enfoque reemplazado por el de calidad de iluminación. (Veitch y

Newsham, 1998) La calidad de iluminación es el grado con que una instalación de iluminación satisface necesidades humanas con economía, ahorro de energía y bajo mantenimiento (Boyce, 1998). Un concepto clave en una iluminación de calidad es la preferencia individual por las condiciones de iluminación. El nivel de iluminación preferido puede ser diferente al recomendado por las normas. (Shahnavaz, 1982).

A partir de todo lo expuesto cabe preguntarse si las necesidades y preferencias en cuanto a iluminación del colectivo cada vez mayor de trabajadores que dependen de las TICs son las mismas de los trabajadores que desempeñan trabajo de oficina “tradicional”. Una simple revisión de la normativa vigente (IRAM 2005, 1972) (IESNA, 1987) no revela diferencias en la definición de ambos tipos de trabajo, ni diferencias entre redimiendo visual y confort.

IRAM AADL J 2006		IESNA Lighting Handbook 1987	
Iluminancias mínimas recomendadas (Lux)		Rango de Iluminancias recomendadas (Lux)	
		Procesamiento computacional de datos Pantallas TRC	50-100
Halls para el público	200	Halls para el público	100 – 200
Lectura de reproducciones. Clasificación de correspondencia Lectura de impresiones	500	Lectura de fotocopias Lectura de impresiones Ink-jet Lectura de caracteres de teclado	200 – 500
Trabajo especial de oficina. Sistema de computación de Datos.	750	Clasificación de correspondencia	500 – 1000
Proyecto. Dibujos detallados Cartografía	1000	Cartografía	1000 - 2000

Tabla 1. Comparación Normas. Niveles de iluminación recomendados.

La Tabla 1 compara los valores de iluminancia recomendados para diferentes actividades comunes en oficinas al momento de redactarse las normas. A la derecha se encuentran los valores recomendados por la IESNA para las mismas actividades. Nótese que los valores mínimos de IRAM AADL corresponden a los máximos recomendados por la IESNA en las mismas actividades. Hay coincidencia entre ambas normas respecto a los valores para tareas de poco contraste o tamaño muy pequeño, de alta exigencia visual como actividades de proyecto y cartografía. La mayor diferencia se encuentra en las consideraciones de trabajo con sistemas de computación de datos, recomendando 750 lux la norma IRAM AADL y siendo su equivalente en IESNA un rango de 50 a 100 lux.

Las normas dan recomendaciones sobre niveles de iluminancia, debido a que ésta es más fácil de medir. Sin embargo, la luminancia es una mejor aproximación a lo que el ojo humano ve. Recientes trabajos proponen métricas que describen la cantidad y calidad de iluminación a partir de mapas de iluminancia de manera relativamente sencilla. Las métricas basadas en iluminancia a veces carecen de una buena base para investigación y aplicación en uso. Los mapas de luminancia ofrecen una fuente de datos más rica para conocer la intensidad, uniformidad de la luz y confort visual, así como su estabilidad temporal (HMG, 2006). Se propone en este trabajo ponderar el factor confort visual derivado de estas métricas en función de las preferencias de cada tipo de trabajador de oficina.

EL ADVENIMIENTO DE LA CARGA MENTAL EN EL TRABAJO

Fritz Machlup fue pionero en explorar al conocimiento como recurso económico, concluyendo que el número de empleos que se basan en la manipulación y manejo de información es mayor a los que están relacionados con algún tipo de esfuerzo físico. (Machlup, 1962). La introducción de la informática y automatización de procesos genera un distanciamiento entre el ser humano y el objeto de trabajo que puede dar lugar a niveles de exigencia que van más allá de las capacidades humanas, en concreto, de las capacidades cognitivas y de toma de decisiones. En la actualidad, la evaluación de la carga mental debe ser un aspecto central en la investigación y el desarrollo de sistemas hombre-máquina que permitan obtener grados más altos de bienestar, satisfacción, eficacia y seguridad en el trabajo. El respeto por las preferencias individuales por ejemplo respecto a la iluminación, genera un estado positivo que lleva a un mejor desempeño en tareas cognitivas, actitudes sociales positivas y una mayor creatividad en la solución de problemas (Baron et al, 1992) habilidades fundamentales para el trabajo de oficina TIC.

METODOLOGÍA

Se deberán caracterizar distintos espacios de trabajo teniendo en cuenta cada uno de los componentes del sistema Persona / Máquina / Ambiente / Trabajo y la relaciones existentes entre ellos. Sistematizando el análisis particularmente entre el factor

ambiental iluminación y la carga mental de los operadores de TICs a través de estudios de campo y aplicación de protocolos específicos. Se desarrollarán las siguientes etapas generales: 1. Análisis de antecedentes 2. Selección y relevamiento de empresas e instituciones con puestos de trabajo con TICs, en función de relevar tareas en entornos de trabajo con TICs. 3. Relevamiento de los espacios de Trabajo. 4. Confección del catálogo tecnológico de estrategias de iluminación natural utilizadas. 5. Aplicación de protocolo de medición específico para iluminación natural y artificial, incorporando mediciones de iluminancia, incluida cilíndrica y de mapas de luminancia más cuestionarios de calidad de iluminación percibida. 6. Aplicación de método subjetivo de evaluación de carga mental: NASA RTLX en a) trabajo de campo y b) en laboratorio en sujetos realizando la misma tarea en entornos con i) Nada de luz natural, ii) luz natural no controlada, iii) luz natural controlada y iv) luz natural y artificial complementaria. 7. Elaboración de guías de diseño y recomendaciones dirigidas a proyectistas y usuarios de TICs sobre el manejo de la luz natural en espacios de trabajo.

ESTADO DE AVANCE

Se ha desarrollado una tipología de trabajadores TICs como primer paso para comprender las nuevas necesidades y preferencias de los trabajadores de oficina. Tres tipos de trabajadores se han adoptado (e-skills forum, 2004) 1. Usuario TIC, aquel que maneja herramientas genéricas de software y no depende de las TICs para la realización de su trabajo 2. Profesional TICs, aquel que gestiona, desarrolla y mantiene herramientas TIC, siendo éstas imprescindibles para su trabajo. Requiere formación profesional específica. 3. Usuario Profesional TICs, quien posee habilidades profesionales específicas no necesariamente relacionadas a las TICs y utiliza software específicos como recursos para potenciar su trabajo, no necesariamente TICs.

Se ha desarrollado una herramienta específica, el cuestionario de caracterización de trabajadores TICs (Rodríguez, Cortegoso 2007) disponible online para recabar información sobre las características y preferencias de iluminación de los diferentes tipos de trabajadores. Están en análisis las métricas propuestas por la norma ISO 9241/11: i) Efectividad dado por el porcentaje de concreción de una tarea y la cantidad de errores cometidos. ii) Eficiencia humana medida a partir de la carga mental subjetiva del trabajador medida con el método NASA RTLX y la eficiencia temporal por medio de cronometraje. iii) Confort: medición objetiva con Índice CSP y subjetiva con cuestionario de calidad de iluminación percibida.

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera conocer el aporte real del Factor Iluminación en la Carga Mental de trabajadores, y su influencia en la efectividad, eficiencia y confort (ISO 9241/11, 1998) en la ejecución de sus actividades con TICs. Por otro lado, se espera proponer y validar un Método Integral de Evaluación Ergonómica de espacios de trabajo TICs. Además se esperan aportar datos para discutir y revisar las normas nacionales vigentes de iluminación de espacios de trabajo incorporando las preferencias de los trabajadores desde el confort visual y conocer las diferencias entre ambientes lumínicos caracterizados a partir de la iluminancia versus espacios caracterizados por mapas de luminancia con el objetivo de incorporar tendencias más actuales conceptos de calidad de iluminación. Con las conclusiones obtenidas se elaborarán guías de diseño y recomendaciones para ser aplicadas por proyectistas como en evaluaciones post – ocupacionales.

ABSTRACT: Information and Communication Technologies (ICT) are changing job characteristics and making it necessary to create adequate working ICT environments. In this context our general objective is get to a better understanding of the relationship between the lighting design of an ITC workspace and its workers mental workload while performing a task. Our specific objectives are to propose and validate a protocol for lighting evaluation of ICT workspaces and define visual comfort thresholds according to the different kinds of office workers with illuminance and luminance based metrics. We will systematically analyse the relationship between artificial/natural lighting in field studies/laboratory and the use of specific measuring protocols including photometric measurements, performance (effectiveness, efficiency), mental workload subjective assessment (NASA RTLX) and visual comfort (semantic scales, CSP index)

KEYWORDS: Environmental ergonomics – Mental workload – Lighting – Office - ICT

REFERENCIAS

- Baron R. et al (1992) Effects of indoor lighting (illuminance and spectral distribution) on the performance of cognitive tasks and interpersonal behaviors: the potential mediating role of positive affect. *Motivation and Emotion* 16 1-33
- Bell D. (1976) El advenimiento de la sociedad post-industrial. Un intento de prognosis social, Alianza Editorial, Madrid
- Boyce P. (1996) Illuminance selection based on visual performance - and other fairy stories *Journal of the Illuminating Engineering Society* 25(2) 41-49
- Boyce P. (1998) Lighting quality: The unanswered questions In J A Veitch (Ed.) *Proceedings of the First CIE Symposium on Lighting Quality (CIE x015-1998)* 72-84

- Duffie J. A. y Beckman W. A. (1991). *Solar Engineering of Thermal Processes*, 2ª edición, pp. 54-59. Wiley Interscience, New York.
- Hart S.G., Staveland, L.E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. P.A. Hancock and N. Meshkati (Eds.) *Human mental workload* (pp.139-183). Ámsterdam
- Heschong Mahone Group (2006) *Scoping Study for Daylight Metrics from Luminance Maps*. Northwest Energy Efficiency Alliance.
- IESNA (2000) *Lighting Handbook Reference*, IESNA.
- Informe sobre Desarrollo Humano en Venezuela. Las tecnologías de la Información y la Comunicación al servicio del desarrollo. PNUD (2002)
- ISO 9241/11 (1998) *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) Part 11: Guidance on usability*
- Machlup F. (1962) *The production and distribution of knowledge in the United States*, Princeton University Press, Princeton
- Documentos Finales CMSI 2005 (2006) *Declaración de principios*., UIT, Ginebra
- Mills E. y Borg N. (1998) Trends in recommended illuminance levels: an international comparison [Abstract] *Journal of the Illuminating Engineering Society* 27(2) 178
- Norma IRAM AADL J 20 05 (1972) *Luminotecnia. Iluminación artificial de interiores. Niveles de Iluminación*
- Shahnavaz H. (1982) Lighting conditions and workplace dimensions of VDU operators. *Ergonomics* 25 1165 – 1173
- Veitch J. y Newsham G. (1996) *Determinants of Lighting Quality I: State of the Science*. Paper presentado en la Conferencia Anual IESNA 1996, Cleveland

¹ Becario Doctoral CONICET

² Investigadora CONICET

³ Investigadora CONICET

⁴ Profesional Principal CONICET