

05-036

THERMAL COMFORT AND OCCUPANTS' FEEDBACK. LITERATURE REVIEW IN HISTORICAL AND NON-HISTORICAL BUILDINGS

Martínez Molina, Antonio; Tort Ausina, Isabel; Mendoza, Claudia; Cerra Rubio, Sergio;
Vivancos Bono, Jose Luis
Universitat Politècnica de València

This paper presents the results of an extensive literature review on the topic of assessment of occupants' opinion of the internal environment in historical buildings, based upon their responses to questions relating to a range of discrete factors. The adaptive approach to modelling thermal comfort acknowledges that thermal perception in 'real world' settings is influenced by the complexities of past thermal history and cultural and technical practices. Thermal adaptation can be attributed to three different processes—behavioural adjustment, physiological acclimatization and psychological habituation or expectation. The mechanism of the impact of individual control on thermal comfort was also discussed in terms of psychological and behavioural adaptations. All these studies have in common that they have used a survey that considers many aspects of the internal environment and seeks to gain occupants responses to each of these in terms of "User Satisfaction" and "Degree of Importance". The questionnaires utilised a seven-point bi-polar scale to score. Usually authors have used one of these scales Thermal sensation votes (ASHRAE 7-point scale) and comfort votes (Bedford 7-point scale).

Keywords: *Environmental quality, Historical buildings, Occupants feedback; Thermal comfort; Thermal adaption*

CONFORT TÉRMICO Y RETROALIMENTACIÓN DE LOS USUARIOS. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA EN EDIFICIOS HISTÓRICOS Y NO HISTÓRICOS

Este trabajo presenta los resultados de una extensa revisión de la literatura sobre el tema de la evaluación de la opinión de los ocupantes del ambiente interior de los edificios, sobre la base de sus respuestas a las cuestiones relativas a una serie de factores. El enfoque de adaptación a la modelización del confort térmico reconoce que la percepción térmica está influenciada por las complejidades de la historia y las prácticas culturales y técnicas. La adaptación térmica se puede atribuir a tres diferentes procesos de ajuste conductual, aclimatación fisiológica y habituación psicológica o expectativa. El mecanismo de los efectos de control individual en el confort térmico también se discute en términos de adaptaciones psicológicas y de comportamiento. Todos estos estudios tienen en común que han utilizado encuestas que consideran muchos aspectos del ambiente interno y busca obtener respuestas de los ocupantes a cada una de ellas en términos de "Satisfacción de Usuarios" y el "grado de importancia". Los cuestionarios utilizaron una escala de siete puntos bi-polar. En general, los autores han utilizado alguna de las escalas de sensación térmica, ASHRAE y Bedford de siete puntos.

Palabras clave: *Calidad Ambiental; Edificios Históricos; Retroalimentación de ocupantes; Confort Térmico; Adaptación termica*

Correspondencia: Jose Luis Vivancos Bono jvivanco@dpi.upv.es

1. Introducción

El valor a largo plazo de un edificio depende, entre otros factores, de su capacidad de satisfacer las necesidades de los usuarios y de las condiciones medioambientales variables a las que está sometido. Por ello, los edificios bien ventilados e iluminados, con consumo reducido de energía y que resulten confortables térmicamente para los usuarios, constituirán una inversión más sólida y duradera que los dependientes de combustibles fósiles o los que no permitan una vida saludable. Como consecuencia, la prolongación de la vida útil del edificio ya construido y la conservación de su valor como inversión a largo plazo van a depender de una serie de intervenciones de rehabilitación destinadas a mejorar la construcción en función de dichos factores.

Los edificios históricos obtienen, a menudo, una calificación aceptable en las evaluaciones de eficiencia energética y confort térmico. Las paredes gruesas y ventanas relativamente pequeñas dan una alta inercia térmica, lo que significa que disipan más lentamente el calor o el frío y permanecen más cálidos en invierno y más frescos en verano que muchas casas modernas. Siempre han sido bioclimáticos por necesidad, construidos por la gente como respuesta directa a sus necesidades y valores, en una época donde la energía era realmente escasa y cara. Esta arquitectura, que no ha sido lo suficientemente estudiada desde este punto de vista, es depositaria de una sabiduría validada por el método de “ensayo-error” que ha demostrado su capacidad de adaptación al medio.

La investigación científica sobre la mejora de la eficiencia energética y el confort térmico en la edificación, hoy en día, supone un campo muy extenso. A lo largo de décadas se han desarrollado métodos eficaces y viables para la evaluación, intervención y gestión energética en la edificación. Pero sin embargo estos desarrollos se circunscriben, sobre todo, a la nueva edificación, dejando la edificación existente a un lado.

Se han realizado contados estudios con un acercamiento sistémico a la edificación tradicional para determinar su comportamiento energético específico, monitorizando las temperaturas y la humedad relativa para determinar la interacción entre los diferentes subsistemas que componen su estructura energética. Los resultados de estas investigaciones concluyen que los edificios tradicionales son sistemas interactivos con propiedades bioclimáticas más complejas que los edificios más modernos, y no necesariamente peores desde el punto de vista energético. Su diseño tiene en cuenta las condiciones ambientales del lugar donde se ubican para mantener el confort térmico sin la utilización de sistemas mecánicos.

Por todo lo expuesto hasta el momento, una de las necesidades nombradas anteriormente que un edificio debe satisfacer es el confort térmico de los usuarios. Este es un aspecto subjetivo que no puede ser medido de manera exacta, ya que representa una percepción un tanto relativa que depende de múltiples variables. Su estudio conlleva un gran debate y diferentes opiniones, y pensamos que la mejor manera de conseguir datos del confort térmico interior en edificación es, por lo tanto, preguntando a los ocupantes de dichos edificios. Este estudio intenta recopilar algunas de las más relevantes investigaciones respecto al confort térmico en edificios, tanto históricos como no históricos, utilizando encuestas de satisfacción subjetiva de los usuarios.

2. Interés por el estudio del confort térmico a través de encuestas de satisfacción subjetiva.

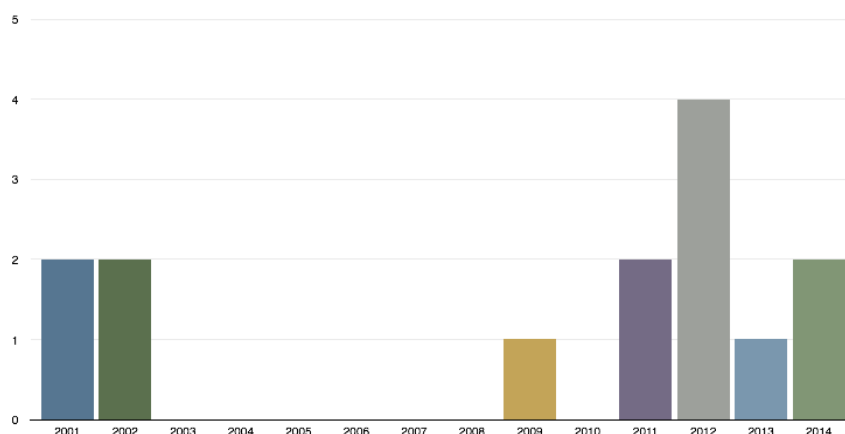
La eficiencia energética y el confort térmico en edificación es un tema muy estudiado y discutido en los últimos años. La inmensa mayoría de las investigaciones se desarrollan intentando optimizar el comportamiento del edificio en base a unos parámetros de confort

térmico pre-establecidos. Sin embargo, estos parámetros de confort no son funcionales en todas las situaciones ni para todo tipo de personas. Existen innumerables variables a tener en cuenta a la hora de confirmar los parámetros de confort para un determinado edificio. Se han analizado catorce de los artículos científicos, a nuestro juicio, más interesantes donde se intenta dar respuesta a esta problemática. Obviamente, todos ellos desde la compilación y análisis de las opiniones de los usuarios de los edificios.

2.1 Interés en el mundo.

Recientemente se ha experimentado un crecimiento de las investigaciones en análisis del confort térmico. Como se puede observar en la figura 1, entre los años 2001 y 2002 se publicaron cuatro artículos relacionados en mayor o menor medida con este tema. Más tarde, y debido seguramente a los años de bonanza económica, y a la no necesidad de ahorrar en energía, las investigaciones sobre eficiencia energética y confort térmico cayeron estrepitosamente.

Figura 1. Evolución en el tiempo de las investigaciones de confort térmico mediante encuestas a ocupantes

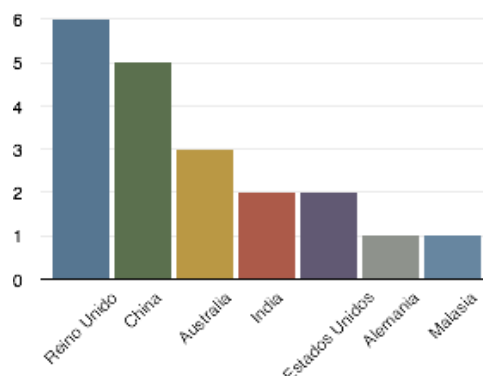


Años después, la economía comenzó a decaer y el interés por este tipo de estudios vuelve a crecer hasta llegar a niveles nunca antes alcanzados. En 2009 comienza la recuperación hasta llegar en 2011 a niveles de diez años antes, y en los tres años posteriores 2012, 2013 y 2014 se publicaron los mismos estudios que en la década anterior, siete.

2.2 Países de los artículos

Siempre ha habido países más interesados que otros en la investigación en eficiencia energética y confort térmico, entre ellos por supuesto los países nórdicos, siempre punteros en este tipo de estudios. Pero centrándonos en el análisis del confort térmico mediante encuestas de satisfacción subjetiva a ocupantes, países como Reino Unido con seis o China con cinco autores en publicaciones de este tipo, se encuentran a la cabeza. Estos dos países están apostando muy fuerte por este tipo de líneas de investigación con el objetivo de reducir la dependencia de combustibles fósiles sin abandonar los niveles de confort térmico actuales.

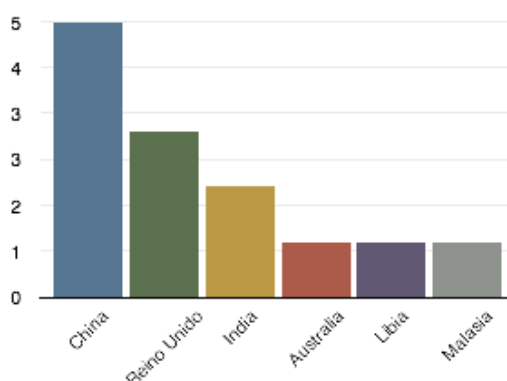
Figura 2. Países con mayor número de publicaciones sobre confort térmico mediante encuestas a ocupantes



Con tres autores con artículos publicados, Australia se acerca a Reino Unido y China. India y los Estados Unidos de América con dos investigadores cada uno, también demuestran interés en el estudio del confort térmico. Cierran la lista Alemania y Malasia con uno autor publicando en esta línea. Lo que primero se aprecia al ver estos resultados, es que hay dos tipos de países que apuestan por este tipo de investigaciones. Los que más presupuesto destinan a investigación como Reino Unido, China, Estados Unidos y Alemania. Además, países con climatologías muy particulares donde el confort térmico es un tema muy actual como Australia, India o Malasia.

A su vez, los investigadores no siempre realizan sus estudios en su país de origen. Existen varios casos donde los investigadores atraídos por una climatología más adversa, por edificios singulares o simplemente por facilidades a la hora de llevar a cabo los estudios, se desplazan a países diferentes de su lugar de origen.

Figura 3. Países con mayor número de edificios analizados sobre confort térmico mediante encuestas a ocupantes

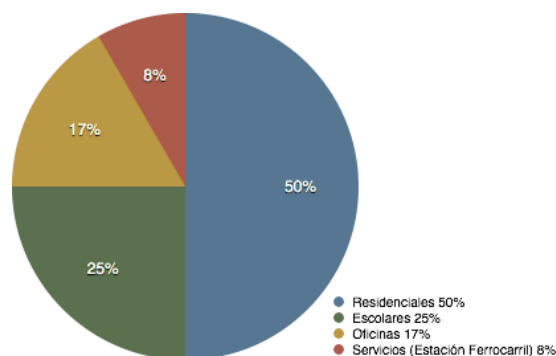


Los edificios que han sido casos de estudio en este tipo de análisis del confort térmico están situados principalmente en China, Reino Unido e India. Otros países con una única construcción analizada son Australia, Libia y Malasia. Como se puede observar en las figuras 2 y 3, investigadores de países como China y Reino Unido lideran en estos

momentos el campo de la investigación del confort térmico mediante el análisis de la opinión subjetiva de los usuarios.

Por otro lado, los edificios analizados en este tipo de investigaciones suelen ser principalmente residenciales (50%). Esto puede deberse a la facilidad de acceso para llevar a cabo el estudio y al interés que suscita saber que es el tipo de construcción donde los ocupantes invierten mayor cantidad de horas al día. Por lo tanto, este sería el edificio más interesante a la hora de optimizar su confort térmico por su potencial de ahorro energético y mejora del confort térmico.

Figura 4. Usos de los edificios analizados sobre confort térmico mediante encuestas a ocupantes



Con el 25% de los edificios estudiados, el uso escolar es el segundo más utilizado como caso de estudio, probablemente también debido a las mismas razones del uso residencial. Además, este tipo de edificación tiene un gran interés ya que la afluencia de usuarios es mucho mayor que en el uso residencial con el fin de completar las encuestas de satisfacción, pero por el contrario, los sujetos suelen ser menores de edad con lo que conlleva una dificultad añadida. Edificios de oficinas con el 17% y, de servicios como una estación de ferrocarril, completan la lista de edificios que han sido examinados.

3. Artículos

Se han estudiado catorce artículos científicos sobre el confort térmico interior, todos ellos utilizando como base de la investigación encuestas de satisfacción subjetiva del confort térmico. Después de realizar el estudio de las publicaciones, han sido claramente diferenciados dos grupos, las investigaciones llevadas a cabo sobre edificios históricos y no históricos. Este tipo de estudios son muy utilizados en edificación histórica por los valiosos resultados que se obtienen en combinación con su carácter no destructivo. Resulta de una gran dificultad analizar un edificio en profundidad sin dañarlo lo más mínimo, estos estudios lo consiguen y por ello son tan interesantes en edificación protegida.

Las investigaciones han sido divididas, según los casos de estudio, en edificios históricos y edificios no históricos (Tabla 1).

Tabla 1. Artículos publicados sobre confort térmico mediante encuestas a ocupantes en edificios no históricos

Año	Autor/es	Origen Autor/es	Localización Edificio/s	Año construcción edificio/s	Uso del edificio/s
2002	Dear & Brager	Australia & EEUU	-	-	-
2009	Yao et al.	Reino Unido & China	China	-	Escolar
2011	Singh et al.	India	India	-	Residencial
2012	Deuble & Dear	Australia	Australia	1960 & 2006	Oficina
2012	Liu et al.	China	China	-	Oficina
2012	Teli et al.	Australia & Reino Unido	Reino Unido	1978	Escolar
2014	Cao et al.	China	China	2000	Residencial
2002	Dear & Brager	Australia & EEUU	-	-	-

3.1 Edificios no históricos

Deuble y de Dear (2012) publicaron un estudio mediante el cual analizaban el confort térmico de los ocupantes en dos edificios de oficinas situados en el área subtropical de Australia. Los cuestionarios entregados a los usuarios fueron para registrar su confort térmico, y éstos se acompañaron con otro cuestionario de actitudes y respeto al medio natural. Al analizar estos resultados, se averiguó que los ocupantes con mayor satisfacción del confort térmico eran los que tenían una mentalidad más ecológica. Estos resultados apoyan la hipótesis de que las actitudes “verdes” están asociadas con una mayor permisividad sobre los valores de confort térmico.

Por su parte Cao et al. (2014) publicaron un artículo comparativo de diez apartamentos en Beijing, China. Los casos de estudio eran dos tipos de apartamentos, cinco de ellos utilizaban calefacción urbana (o calefacción centralizada por barrios), y los otros cinco utilizaban sistemas de calefacción individual o aislada. Durante 4 meses los datos del confort térmico de los ocupantes y las condiciones ambientales interiores fueron recogidos mediante cuestionarios e instrumentos de medida, respectivamente. Después de analizar los datos, los resultados de confort térmico fueron mejores en los apartamentos calefactados por calefacción individual. Esto se debe, según los autores, a la posibilidad de controlar la temperatura interior. Además, el hecho de que el coste de la energía de la calefacción dependa del control del usuario beneficia el comportamiento adaptativo. Por lo tanto, en este estudio los sistemas de calefacción individuales resultan mucho más convenientes que los centralizados.

Siguiendo en la línea de la influencia de las instalaciones en el comportamiento de los usuarios, Liu et al. (2012) completaron un estudio que dio una visión de conjunto de la relación entre el comportamiento térmico adaptativo humano y el cambio de las condiciones climáticas. Se realizó una encuesta entre enero de 2010 y febrero de 2011 en dos oficinas con ventilación natural en Changsha, China. Las encuestas fueron rellenadas diariamente por los trabajadores de las oficinas y fueron analizados los comportamientos de estos con respecto al funcionamiento de los “controles” (ventanas, puertas, cortinas, ventiladores, refrigeración y lo que ellos llaman “calentador de manos”). Las conclusiones de este estudio fueron que el parámetro climático con más influencia a la hora de utilizar los “controles” fue la temperatura del aire exterior. Además se consiguió obtener una información muy

interesante de qué controles se utilizaban con más frecuencia en determinadas situaciones climatológicas.

El estándar 55 de la ASHRAE (ASHRAE 2013) propone las condiciones térmicas ambientales para usuarios en edificios. El objetivo de este estándar es especificar las combinaciones de los factores del ambiente interior y los factores personales, que producirán aceptables condiciones térmicas y ambientales para, al menos, el 80% de los usuarios del espacio. Este estándar se ha convertido en la principal guía para gestionar investigaciones acerca del confort térmico en toda la comunidad científica.

Uno de los artículos que toman como base el estándar 55 de la ASHRAE es el de Dear y Brager (2002). Este revisa el estándar 55 y el “nuevo” estándar de confort adaptativo (ACS) que permite condiciones térmicas más cálidas para edificios con ventilación natural durante el verano y en zonas climáticas más cálidas. Además, sugiere maneras de utilización del “nuevo” estándar de confort adaptativo (ACS) en el diseño, gestión y evaluación de edificios, a la vez de en aplicaciones de investigación. Por otro lado, también se utiliza el Sistema de Información Geográfica (GIS) para analizar el potencial de ahorro energético de dicho estándar en los Estados Unidos de América. Por último, también se comentan las nuevas directrices del estándar para investigadores y profesionales involucrados con el diseño de edificios y sus sistemas de control ambiental.

Continuando con los modelos de confort adaptativos, Yao, Li y Liu (2009) propusieron un nuevo modelo adaptativo teórico de confort térmico basado en la teoría de la “Black box”, teniendo en cuenta aspectos como cultural, climático, social, psicológico y las adaptaciones de comportamiento. Según el autor, estos condicionantes tienen una gran influencia en los sentidos para percibir el confort térmico. El modelo llamado “Adaptative Predicted Mean Vote” (aPMV), explica lo ya demostrado por varios investigadores, que el “Predicted Mean Vote” (PMV) es mayor que el “Actual Mean Vote” (AMV) en edificios de consumo casi nulo. Los autores proponen un coeficiente de adaptabilidad que afecta la sensación de confort térmico. Los valores de este coeficiente en sus diferentes tipologías de edificios y zonas climáticas se esperan que sean calculados en futuras investigaciones.

Hasta aquí, las investigaciones examinadas en este trabajo se han llevado a cabo con individuos adultos como ocupantes de los edificios analizados. Sin embargo, el trabajo publicado por Teli, Jentsch y James (2012), estudia el confort térmico mediante encuestas de satisfacción y condiciones ambientales interiores en aulas con ventilación natural en Hampshire, Inglaterra. Las encuestas se entregaron a estudiantes de entre siete y diez años, y se recogieron alrededor de 1300 respuestas. Estos resultados han sido comparados con las dos estrategias utilizadas en estándares de confort existente. “Heat balance” con los índices PMV (predicted mean vote) y PPD (predicted percentage of dissatisfied) y el “adaptative confort model” basado en la normativa europea EN15251. Los resultados mostraron que los niños/as son más sensibles a las altas temperaturas que los adultos, siendo 4°C y 2°C más bajas que los modelos de confort adaptativos PMV y EN15251, respectivamente.

Por último y también utilizando como base de la investigación el estándar 55 de la ASHRAE, y además la ISO 7730, Singh, Mahapatra y Atreya (2011) llevaron a cabo un estudio del confort térmico de los usuarios en edificios con ventilación natural mediante cuestionarios en diferentes zonas climáticas del noreste de la India en diferentes estaciones del año. Se obtuvo el “Actual mean Vote” (AMV) mediante las encuestas y utilizando la ISO 7730 se calculó el valor del “Predicted Mean Vote” (PMV). Los resultados muestran que el PMV varía del AMV, por lo que se calculó un “coeficiente de adaptabilidad” para corregir esta variación, para diferentes estaciones y lugares. Esta investigación refleja que existen diferentes niveles de adaptabilidad para diferentes circunstancias.

3.2 Edificios históricos

En la tabla 2 se muestran los artículos analizados en este apartado. Respecto a los edificios históricos como casos de estudio en este tipo de investigaciones, Kamaruzzaman et al. (2011) analizaron tres edificios de oficinas, un hotel, una escuela y un edificio destinado a servicios públicos en Malasia. Todos ellos construidos alrededor del año 1900, de dos o tres plantas, y de estilo Neo-Clásico y Neo-Gótico. Se encuestaron a los ocupantes de los seis edificios respecto a diferentes factores del ambiente interior, y tomando de nuevo como base el estándar 55 de la ASHRAE. Además se preguntó a los encuestados sobre los aspectos ambientales del edificio que consideraban más y menos importantes. Los autores concluyen que los resultados de un desarrollo sostenible en un edificio, no sólo debe centrarse en la conservación del mismo, sino en incrementar la productividad y el bienestar dentro de los inmuebles.

Tabla 2. Artículos publicados sobre confort térmico mediante encuestas a ocupantes en edificios históricos.

Año	Autor/es	Origen Autor/es	Localización Edificio/s	Año construcción edificio/s	Uso del edificio/s
2001	Ealiwa et al.	Reino Unido	Libia	-	Residencial
2002	Hanna	Reino Unido	Reino Unido	1900	Escolar
2010	Deb & Ramachandraiah	India	India	1873	Estación ferroviaria
2011	Kamaruzzaman et al.	Malasia & Reino Unido	Malasia	1900	-
2012	Li et al.	China	China	1300	Residencial
2013	Li et al.	China	China	1300	Residencial
2014	Ben et al.	Reino Unido	Reino Unido	1967	Residencial
2001	Ealiwa et al.	Reino Unido	Libia	-	Residencial

Un caso muy particular es el de Deb y Ramachandraiah (2010) que desarrollan una investigación del confort térmico de los pasajeros en la estación de trenes de Chennai, al sur de la India. El estudio se llevó a cabo en el mes de Junio durante 15 días, y recogió los datos de campo como temperatura y humedad, y las encuestas de satisfacción térmica de los 402 usuarios preguntados. Después del análisis de las encuestas se observa que la temperatura neutral de los ocupantes estaba en torno a 32°C. Los resultados demuestran una gran adaptabilidad y tolerancia térmica, pero sin embargo, también se evidencian importantes diferencias entre las distintas estancias de la estación, como las salas de espera.

Un estudio más interdisciplinar es el de Hanna (2002) en la Escuela de Arte de Glasgow en Escocia, construida en 1900. Se han analizado estadísticamente algunas variables del edificio como el sonido, iluminación y el calor, y el comportamiento de los ocupantes respecto a éstas. Se preguntó a los usuarios por el confort lumínico, sonoro y térmico dentro del museo, y algunos de los resultados referentes al sonido confirmaron que existían zonas de disconfort en las oficinas y la biblioteca. Respecto al confort lumínico, se evidenciaron niveles demasiado altos de luz en verano y demasiado bajos en invierno en las aulas de la

cara norte del edificio. Por otro lado, las encuestas revelaron que los usuarios no respondieron negativamente respecto a los niveles visuales y térmicos en las aulas de estudio, a pesar de los enormes ventanales con vidrio sencillo. Además, prácticamente todos los encuestados le dieron gran importancia al hecho de que la escuela esté albergada por un edificio histórico.

En lo referente a estudios comparativos, dos de este tipo fueron realizados entre viviendas históricas rurales (Tulou) y otros edificios residenciales no históricos, en el sureste de China. Estos edificios patrimoniales fueron construidos alrededor del año 1200 y forman parte del patrimonio histórico de la humanidad por la UNESCO. El primer artículo (Li et al. 2012) consiste en el análisis del confort térmico mediante encuestas de satisfacción térmica de los ocupantes y el cálculo del consumo energético. Los resultados de la comparativa muestran un menor consumo y una mayor satisfacción del confort térmico en los edificios históricos. El segundo artículo (Li et al. 2013) continúa la línea del anterior pero profundiza en más aspectos relacionados con la calidad ambiental interior (IEQ), como son el aspecto térmico, lumínico, acústico y la calidad del aire interior. También recoge las impresiones de los usuarios de los Tulou mediante encuestas, obviamente, esta vez con más parámetros a determinar. Como en la investigación anterior, los resultados revelaron una mayor satisfacción térmica y un menor confort acústico (probablemente debido a los turistas que visitan el edificio). Sin embargo, en los aspectos lumínicos y de calidad del aire interior no se detectaron diferencias destacables.

En la misma línea de los artículos comparativos, Ealiwa et al. (2001) publicó un artículo donde estudiaba el confort térmico de cincuenta y un edificios mediante cuestionarios realizados a los usuarios, en Libia, durante los veranos del 1997 y 1998. De esos cincuenta y un edificios, veinticuatro eran tradicionales que utilizaban ventilación natural, y los veintisiete restantes son edificios nuevos con aire acondicionado. Los resultados muestran una mayor satisfacción térmica en los edificios tradicionales que en los edificios nuevos.

Ben y Steemers (2014) llevaron a cabo una investigación en un edificio residencial de Londres construido en 1967. Se monitorizaron sus condiciones internas, modelizado mediante un software de simulación energética, validado el modelo, proponiendo mejoras en el edificio y calculado su potencial de ahorro energético. Por otro lado, se supusieron diferentes niveles de comportamiento de los ocupantes en lo que se refiere al ahorro energético. Se compararon ambos supuestos y los resultados mostraron que el comportamiento de los ocupantes tiene un mayor potencial de ahorro energético y mejora del confort térmico que las posibles mejoras físicas en el edificio protegido. Probablemente este resultado está condicionado al reducido margen para modificar un edificio patrimonial.

4. Conclusión

El presente estudio ha presentado un análisis detallado de los resultados obtenidos en catorce estudios de calidad ambiental interior (IEQ) basados tanto en edificios históricos como en no históricos en todo el mundo, en los que se ha utilizado algún tipo de cuestionario. Los catorce estudios han sido seleccionados para este trabajo después de una amplísima revisión bibliográfica sobre confort térmico en edificios y percepción de los usuarios. Por ello, todos los estudios analizados se apoyan en encuestas de satisfacción subjetiva del confort térmico de los usuarios para obtener los valores de bienestar interior. Con el alcance del estudio, tras la revisión bibliográfica y la selección ya citada, han sido obtenidas las siguientes conclusiones:

- Conseguir alcanzar el confort térmico interior en edificios de pública concurrencia se ha convertido ya en uno de los objetivos primordiales a la hora de rehabilitar, reformar o transformar edificios existentes a las exigencias actuales, especialmente en el caso de los edificios históricos.

- La evaluación del confort térmico interior en edificación ocupa una línea de investigación en alza debido, en cierta medida, a la escasez de datos contrastados de los que se dispone. En este sentido, en los estudios analizados se muestra cómo la utilización de encuestas o cuestionarios de satisfacción subjetiva resulta un método más que interesante, y que permite obtener conclusiones sólidas. Además, la capacidad de adaptabilidad de los individuos, dependiente de múltiples factores, convierte este método en uno de los más rigurosos.
- En el caso particular de los edificios históricos, destaca especialmente que en varios de los casos analizados se muestra cómo se ha obtenido un nivel de satisfacción térmica superior al hallado en los edificios de nueva construcción. Esto se debe principalmente a la necesidad de implementación de las técnicas pasivas de los edificios patrimoniales, ya que no disponían de sistemas activos, y, en algunos casos, su incorporación entraría en conflicto con la conservación de los valores patrimoniales, que es precisamente lo que nos ha llevado a estudiar este tipo de edificios por separado.
- El papel que juegan los usuarios en los resultados de cualquier estudio de confort térmico es más importante de lo que podría parecer a priori. El comportamiento de los ocupantes, la mentalidad ecológica que posean y su edad son algunos de los factores que hacen variar tremendamente los resultados obtenidos en los estudios sobre valores de confort térmico de un edificio.

5. Referencias

- American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (2013). Thermal Environmental conditions for Human Occupancy (Standard 55-2013. ISSN 1041-2336). Atlanta, GE.
- Ben, H. & Steemers, K. (2014, Septiembre). Energy retrofit and occupant behaviour in protected housing: A case study of the Brunswick Centre in London. *Energy and Buildings*, 80, 120-130.
- De Dear, R.J. & Brager, G.S. (2002). Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55. *Energy and Buildings*, 34, 549-561.
- Deb, C. & Ramachandraiah, A. (2010, Mayo). Evaluation of thermal comfort in a rail terminal location in India. *Building and Environment*, 45, 2571-2580.
- Cao, B., Zhu, Y., Li, M. & Ouyang, Q. (2014, Abril). Individual and district heating: A comparison of residential heating modes with an analysis of adaptive thermal comfort. *Energy and Buildings*, 78, 17-24.
- Deuble, M.P. & de Dear, R.J. (2012, Febrero). Green occupants for green buildings: The missing link?. *Building and Environment*, 56, 21-27.
- Ealiwa, M.A., Taki, A.H., Howarth, A.T. & Seden, M.R. (1999, Noviembre). An investigation into thermal comfort in the summer season of Ghadames, Lybia. *Building and Environment*, 36, 231-237.
- Hanna, R. (2002, Noviembre). Environmental appraisal of historic buildings in Scotland: the case of study of the Glasgow School of Art. *Building and Environment*, 37, 1-10.
- Kamaruzzaman, S.N., Egbu, C.O., Zawawi, E.M.A., Ali, A.S. & Che-Ani, A.I. (2011, Octubre). The effect of indoor environmental quality on occupants' perception of performance: A case study of refurbished historic buildings in Malaysia. *Energy and Buildings*, 43, 17-24.
- Li, Q., Sun, X., Chen, C. & Yang, X. (2012, Febrero). Characterizing the household energy consumption in heritage Nanjing Tulou buildings, China: A comparative field survey study. *Energy and Buildings*, 49, 317-326.
- Li, Q., You, R., Chen, C. & Yang, X. (2013, Febrero). A field investigation and comparative study of indoor environmental quality in heritage Chinese rural buildings with thick rammed earth wall. *Energy and Buildings*, 62, 286-293.

- Liu, W., Zheng, Y. , Deng, Q. & Yang, L. (2012, October). Human thermal adaptive behaviour in naturally ventilated offices for different outdoor air temperatures: A case study in Changsha China. *Building and Environment*, 50, 76-89.
- Singh, M.K., Mahapatra, S. & Atreya, S.K. (2011, Febrero). Adaptive thermal comfort model for different climatic zones of North-East India. *Applied Energy*, 88, 2420-2428.
- Teli, D., Jentsch, M.F. & James, P.A.B. (2012, Junio). Naturally ventilated classrooms: An assessment of existing comfort models for predicting the thermal sensation and preference of primary school children. *Energy and Buildings*, 53, 166-182.
- Yao, R., Li, B. & Jing, Liu. (2009, Febrero). A theoretical adaptive model of thermal comfort – Adaptive Predicted Mean Vote (aPMV). *Building and Environment*, 44, 2089-2096.

