

El espacio público de la ciudad:

una aproximación desde el estudio de sus características microclimáticas*

Fecha de recepción: 15 de diciembre de 2008. Fecha de aceptación: 12 de mayo de 2009

David Perico-Agudelo¹

M.D. Geografía Urbana

Profesor de cátedra

Departamento de Arquitectura, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia

pericoagudelo@yahoo.fr

Resumen Los flujos migratorios y la tendencia a la “megapolización” de las ciudades llevan consigo fuertes impactos sobre el territorio, mientras que la rápida urbanización no tiene en cuenta los diferentes parámetros de la sostenibilidad ambiental. Este artículo ofrece otra forma de aproximarse al espacio público urbano² a partir de su comportamiento térmico. El objetivo principal es establecer las relaciones entre forma urbana y microclima y su impacto sobre el confort térmico del ciudadano. La metodología adoptada incluye dos herramientas: (1) cuantificación térmica con mediciones en campo (temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del aire) que serán el contexto climático de las respuestas a una encuesta (2) que servirá para obtener una evaluación simplificada del confort térmico. Se puede pensar que existe una relación directa entre confort térmico, forma urbana y lugar de residencia del ciudadano, que explica cómo el espacio urbano es utilizado.

Palabras clave autor Colombia, comportamiento térmico, confort térmico, crecimiento urbano, espacio público, microclima urbano.

Palabras clave descriptor Colombia, clima, Espacio público, desarrollo urbano.

* Este es un artículo corto que presenta el avance de la investigación de tesis doctoral (tercer año) titulada *Espacios públicos y dinámica demoespacial en el medio urbano. Análisis de las condiciones térmicas de seis espacios públicos en tres ciudades colombianas*, desarrollada en la Universidad Aix-Marseille III, Aix-en-Provence, Francia y Laboratorio ABC de la Escuela Nacional Superior de Arquitectura de Marsella–ENSA, Marsella, Francia.

1 El autor agradece a la Dirección de la Arquitectura y del Patrimonio-DAPA del Ministerio de la Cultura y de la Comunicación de la República Francesa. Igualmente, a los profesores Hervé Domenach, Jean-Louis Izard, Milton Perico y a Paola Cárdenas por sus valiosos, oportunos y profundos aportes a esta investigación.

2 Esta investigación contempla los espacios públicos urbanos “abiertos” como espacios para el encuentro y la convivialidad y que son ajenos a una cuestión de consumo. No se niega la importancia, por ejemplo, de los espacios como cafés, estaciones, iglesias o centros comerciales en la complejidad de la ciudad y la creación de las nuevas centralidades en el tejido urbano. Sin embargo, estos espacios son entendidos como espacios “cubiertos” de más o menos derecho público y accesibles a casi a todos los ciudadanos y que, en cierta medida, deben tenerse en cuenta, ya que son fundamentales para garantizar la movilidad, la socialización, etc. Conviene aclarar que, para esta investigación, cuando se hable de espacio público, se hará siempre bajo una perspectiva urbana.

The Public Space of the City:

An Approach from the Study of its Microclimatic Characteristics

Abstract The migration flow and the tendency of the “mégapolización” of the cities carries strong impacts in itself to the territory, whereas fast urbanization does not take into account the different parameters of environmental sustainability. This article approaches another way to allow for public space from its thermal behavior. The aim is to establish the relations between urban development, microclimate and its impact on the thermal comfort of the citizen. The adopted methodology includes two tools: (1) thermal quantification with measurements taken in the field (air temperature, relative humidity and air velocity) that will form the climatic context for the answers to a survey (2) that will serve to obtain a simplified evaluation of thermal comfort. It is possible to think that a direct relation exists between thermal comfort, urban development and place of residence of the citizen who explains how the urban space is used.

Key words author Colombia, Public Space, Thermal Behavior, Thermal Comfort, Urban Growth, Urban Microclimate.

Key words plus Colombia, Climatology, Public Space, Urban Development.

O espaço público da cidade:

uma aproximação desde o estudo das características micro-climáticas

Resumo Os fluxos migratórios e a tendência à megalopolização das cidades levam consigo fortes impactos sobre o território, enquanto a rápida urbanização não leva em conta os diferentes parâmetros da sustentabilidade ambiental. Este artigo oferece outra forma de se aproximar ao espaço público urbano a partir de seu comportamento térmico. O objetivo principal é estabelecer as relações entre a forma urbana e o micro-clima e o impacto gerado sobre o conforto térmico dos habitantes. A metodologia adotada inclui duas ferramentas: (1) quantificação térmica com medições em campo (temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do ar) que serão o contexto climático das respostas à pesquisa (2) que servirá para obter uma avaliação simplificada do conforto térmico. Pode-se pensar que existe uma relação direta entre conforto térmico, forma urbana e lugar de moradia do cidadão, que, aliás, explica como o espaço urbano é utilizado.

Palavras-chave Colômbia, comportamento térmico, conforto térmico, crescimento urbano, espaço público, micro-clima urbano.

Palavras-chave descritor Colômbia, Climatologia, Espaço Público, Desenvolvimento Urbano.

Introducción

Actualmente, la ciudad se encuentra bajo la presión de sus habitantes, pues la migración hacia ella crece de manera constante. De esta forma, alcanzar altos niveles de calidad de vida urbana y prácticas más ecológicas es cada vez más complejo.

La presión antrópica supera los límites y las capacidades de la ciudad y, en ocasiones, se relaciona el crecimiento demográfico y urbano a la degradación del medio ambiente. La evolución de las técnicas agroalimentarias, así como las particulares condiciones de violencia y la desigualdad han provocado un fuerte movimiento migratorio interno, aumentando la población urbana y disminuyendo la población rural. Este crecimiento urbano continuo invita a observar con una especial atención el tema de la ciudad como espacio de vida (hábitat) condicionado por la calidad del medio ambiente que nos rodea.

Desde la antigüedad, las ciudades supieron adaptarse al territorio y a sus características, manifestando una importante preocupación por los temas de higiene y salud (*cf.* Diez libros de Vitruvio Polonio) y convirtiendo a la ciudad en refugio de las actividades humanas. El ser humano tuvo la capacidad de modificar el espacio buscando mejores condiciones de habitabilidad y satisfacer sus crecientes necesidades de alojamiento, de recreación, etc. (Penau, s/f.). Por otra parte, la urbanización –difusa o compacta– permitió encontrar respuestas a estas necesidades, pero con un alto impacto sobre equilibrio natural (térmico) existente. Las experiencias demuestran dramáticamente estos impactos y legitiman las prácticas responsables que buscan aprovechar

las condiciones naturales del lugar y las lecciones de la arquitectura vernácula.

Distintos estudios demostraron cómo el fenómeno de la urbanización, consecuencia en parte de una alta tasa de crecimiento urbano, modifican las características térmicas de la ciudad –a nivel de sus microclimas y subcapa límite atmosférica–, pues la morfología urbana y las superficies de la ciudad se convierten en captadores/aprisionadores de energía térmica. Changnon, en 1971 (Duchêne-Marullaz, 1980: 31), demostró en sus estudios cómo la contaminación atmosférica influencia el comportamiento térmico de la ciudad de San Luis, Estados Unidos, y cómo este comportamiento, a su vez, influencia en los regímenes de lluvias modificando los intervalos de las precipitaciones y su localización.

Oke, quien realizó mediciones en 150 ciudades de Canadá y Estados Unidos entre 1968 y 1976 (Duchêne-Marullaz, 1980: 19), presenta el efecto de la Isla de Calor Urbano y demuestra que este se hace sentir no solamente a nivel del suelo sino en la capa límite urbana. Los estudios de Dettwiller (1970) explican esta situación a partir de movimiento convectivos del aire y de las diferencias de temperaturas –nocturnas sobre todo– entre el campo y la ciudad. Estos estudios muestran la intrínseca relación entre crecimiento demográfico –y por tanto urbano– y su clima. Al mismo tiempo, se convierten en el contexto en el cual sea posible constituir un **marco de trabajo** que facilite la integración de las variables climáticas a las variables de uso y a las necesidades del ciudadano

en procesos de planificación y transformación del espacio público.

Aproximarse al espacio público desde esta perspectiva obliga a utilizar el concepto de confort térmico³, partiendo de la dicotomía que su interpretación exige: una interpretación subjetiva y una lectura objetiva de este concepto. Este análisis contribuye a situar al ser humano no como un individuo pasivo sino como un individuo reactivo a las condiciones climáticas del medio y, sobre todo, en espacios públicos. No obstante, determinar las condiciones de comodidad de un espacio público no es una tarea fácil, dado que distintos factores se mezclan en diferentes intervalos de tiempo y escala alimentados por las sensaciones percibidas por el ser humano.

De esta manera, intentar definir un rango de confort térmico del espacio público deberá asociar dos tipos de indicadores: 1) objetivos correspondientes a medidas *in situ* y en tiempo real y 2) subjetivos correspondientes a percepciones humanas. Este análisis permitirá poner en perspectiva la cuantificación del confort térmico de un espacio público a partir de su cualificación.

En general, esta investigación está relacionada a las condicionantes climáticas y el comportamiento térmico del espacio público y se propone definir las características térmicas de un espacio público en tres ciudades tropicales, teniendo en cuenta ciertas características morfológicas, físicas, ambientales, climáticas y de uso del espacio. Un análisis como este habrá de permitir 1) la definición de las relaciones de causalidad entre el microclima y el uso del espacio público y sirve para 2) definir un límite de confort térmico en los espacios públicos. Esto quiere decir que el comportamiento térmico se convierte en herramienta de análisis, concepción y evaluación de los espa-

cios públicos urbanos y podría transformarse en una herramienta de planificación urbana.

Esta investigación explora la concepción de los espacios públicos desde un punto de vista microclimático bajo un enfoque respetuoso del medio ambiente. Dicho de otra manera, este trabajo se propone definir un límite mínimo y máximo de confort térmico de tres espacios públicos en las ciudades colombianas Bogotá, Cali y Barranquilla, llamadas lugares estudiados.

Desde un punto de vista teórico, esta investigación pretende profundizar en el estudio y la comprensión del impacto de la radiación solar, la temperatura y la humedad relativa del aire, así como de los materiales de construcción en tres medios urbanos colombianos tan disímiles por sus climas, topografías y culturas. Resulta importante entender el comportamiento térmico de tres espacios públicos periféricos en estas tres ciudades a la luz de las variables anteriormente mencionadas y sus repercusiones en la sensación de confort térmico de los ciudadanos que transitan o permanecen en ellos. Sin embargo, esta correlación no puede ser ajena a las actividades humanas y la forma de vestir pues, estas dos variables adicionales intervienen en dicha sensación de confort. De esta manera, se podrá obtener una lectura global de confort térmico en los espacios públicos estudiados y se podrá dar perspectiva a la planificación del espacio público.

De igual manera, y visto las consecuencia de los modelos de urbanización, esta investigación plantea la discusión de cómo la ciudad debe ser planificada desde un enfoque ambiental, pues está demostrado la interrelación entre clima y morfología urbana y su impacto en el comportamiento térmico de la ciudad. Finalmente, los resultados de esta investigación servirán de información de referencia que se pueda integrar a

3 La serie de condiciones que producen un confort o bienestar térmico se llama zona de confort térmico.

las herramientas de decisión en la planeación de espacios públicos.

Sobre ciudad, población y clima

Las ciudades son el producto de un proceso de construcción social que se desarrolló desde que el ser humano se convirtió en sedentario y se organizó en comunidad. Desde un principio, las migraciones se realizaban en periodos de tiempo muy largos, pudiendo durar bastantes generaciones. Este lento proceso de “antropización” se aceleró brutalmente a partir de la segunda mitad en el siglo xx (Domenach, 1995: 112), al punto que la gestión de las ciudades es cada vez más compleja.

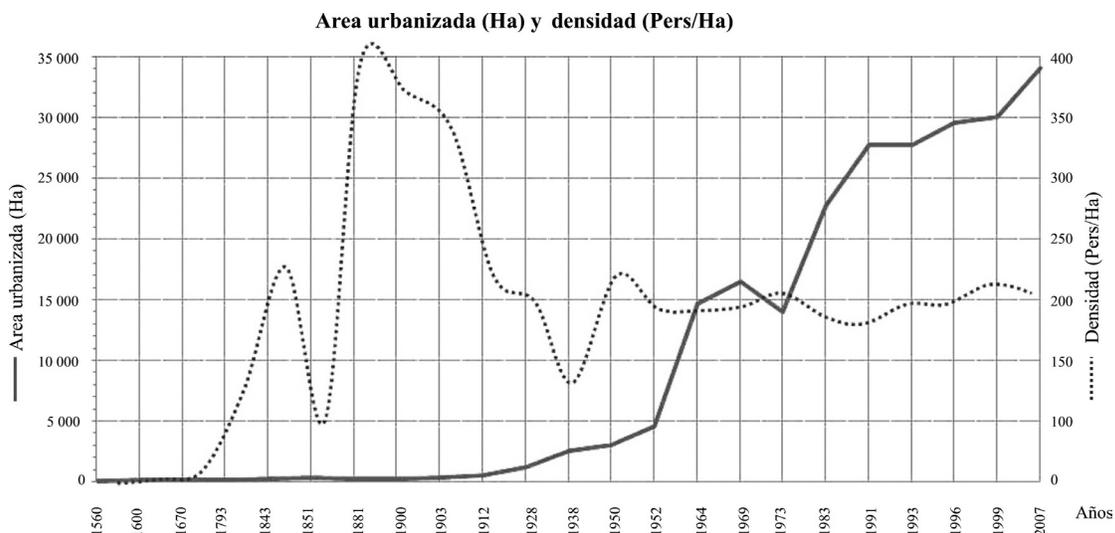
El sostenido crecimiento urbano, entre otros, acentúa el fuerte impacto de lo urbano en el territorio evidenciándose por el consumo de tierras no aptas para la vida humana en las periferias de los núcleos urbanos. La figura 1 muestra la dinámica poblacional de Bogotá entre 1560 y 2007, representada en la densidad poblacional (personas/hectárea) comparada con el crecimiento urbano de la ciudad representado en área urbanizada

(hectáreas) en ese mismo periodo. Se pone en evidencia la relación inversa entre población y territorio en el caso de Bogotá para este periodo, pudiéndose inferir que esta dinámica continua actualmente.

En ocasiones, y así se evidencia en Bogotá, el rápido crecimiento urbano amplía los cinturones de miseria, ocupando territorios protegidos, limitando los espacios aptos para la agricultura o produciendo urbanizaciones que incumplen las normas urbanísticas y con baja calidad en sus espacios públicos. Así, pues, es posible encontrarlas fuera de los perímetros de servicios públicos, con inadecuadas condiciones de accesibilidad, insuficientes aéreas de cesión destinadas a espacios públicos de recreación, desafortunadas condiciones ambientales y desconocimiento total de las variables climáticas para el planteamiento del espacio público, visto este último como el articulador con el espacio interior de las viviendas, entre otros. Estos ejemplos dejan en entredicho la iniciativa de las administraciones locales de renovar la ciudad por medio del espacio público.

Una aproximación al concepto de espacio público lo incluye como un espacio urbano físico y abier-

Figura 1. Comparación del crecimiento urbano y del crecimiento demográfico de Bogotá entre los años 1560 y 2007



Fuente: elaboración propia por medio de extrapolación de datos: Alcaldía mayor de Bogotá, Dane y Puyo (1992).

to accesible a todos los ciudadanos, donde estos pueden encontrarse y participar de la vida urbana. O, según Merlin y Choay (1988), el espacio público es “la parte del dominio público⁴ no construido, ‘afectado’ por usos públicos y formado por una propiedad y por una afectación de uso”. Los usos de los espacios públicos de hoy ponen de manifiesto que su planificación debe “alimentarse” desde lo interdisciplinar. Hoy, el espacio público no sólo se estudia a partir de los enfoques de los arquitectos. Los ingenieros, sociólogos, politólogos, economistas, etc. piensan el espacio a partir de sus visiones de ciudad. Por su parte, los ciudadanos piden espacios de encuentro, lo que conduce a una reflexión sobre la función social y biológica el espacio público (Mumford citado en Chiay, 1960: 365).

Según este último, “desde un punto de vista social, [...] es la calidad de un espacio público –su encanto, su accesibilidad– lo que cuenta, más que su dimensión bruta” (Choay, 1965: 365). Un espacio físico que estructura la ciudad y que “se lo utiliza por un consentimiento social y urbano donde se tiene la ocasión de ver, de reunirse con otras personas” (Gehl y Gemzoe, 2002: 10). Son los espacios abiertos a todos los que, de una manera u otra, personifican el papel de espacio público en la historia de las ciudades. Desde la antigüedad, los ciudadanos utilizan el espacio público como lugar de paso, del encuentro y las relaciones interpersonales.

Hoy en día, y pese a que la ciudad actual se debate entre lo sensible –o lo ideal– y lo tecnológico, pues las relaciones interpersonales se dan cada día más en las invisibles redes de la información, la ciudad se inclina por una recualificación de sus espacios públicos para responder mejor a las necesidades de mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. A nivel estético, ante todo, es en el

espacio público en donde juzgamos lo agradable de una ciudad: la diversidad de la vida urbana, los colores que la adornan, la presencia de la naturaleza, etc. Igualmente, el juicio sobre la ciudad está sujeto a la buena elección de los materiales, a su comportamiento térmico, a la correcta relación entre forma urbana (morfología) y microclima, al confort térmico urbano, etc.

Así, pues, diversas “reflexiones” sobre el espacio público muestran la existencia de un espacio “doble”: un espacio público “material” y otro “ideal” y son estas mismas reflexiones las que conducen a un espacio público que promueve la socialización. Sansot, por ejemplo, anota que el espacio público es “todo espacio en donde me siento cómodo y en el cual yo percibo el mismo sentimiento de bienestar en los otros [...]” (Escaffre, 2000: 15). Tanto Mumford (función biológica y calidad del espacio público) como Sansot (sentimiento de comodidad y bienestar) destacan una de las características de la planificación de los espacios públicos actuales en nuestras ciudades: la búsqueda de una interacción “positiva” entre la ciudad, los individuos y el medio ambiente. Esta interacción plantea igualmente las cuestiones de seguridad, pertenencia a la ciudad y facilidad de uso.

Por lo tanto, la transformación urbana de la ciudad debe considerar la integración de las variables medioambientales (*eg.* climáticas) y morfológicas a los proyectos de planeación urbana donde el espacio público actúa como “terreno” para las acciones de reconfiguración de la imagen y del funcionamiento socioeconómico de la ciudad (Da Cunha y Both, 2005: 13). Además, y dado que el espacio público es también el espacio de la vida colectiva de los ciudadanos (Toussaint y Zimmermann, 2001: 7) y una categoría de acción en las políticas urbanas, el espacio público debe garantizar algunas condiciones además de

4 Merlin y Choay definen el dominio público como “los bienes de las colectividades y de los establecimientos públicos que son puestos a disposición del público/usuario o que son ‘afectados’ a un servicio público” (1988: 295).

la seguridad, la recreación, la comunicación, la articulación de los espacios urbanos, etc.

De otra parte, el microclima, la morfología y el espacio público urbanos están interrelacionados (Steeemers *et al.*, 1997: 25). La importancia de esta interrelación está creciendo, pues el crecimiento poblacional, el consumo de energía, al igual que la contaminación del aire, ocurre en los núcleos urbanos. A la par, los efectos de la isla de calor urbano empiezan a recibir atención de la comunidad.

Los efectos microclimáticos de las diversas variables medioambientales en los espacios públicos abren la puerta a cuestionamientos a los procesos de planificación de las administraciones locales de estos mismos espacios como lugares de bienestar de los ciudadanos. El proceso de planificación de la ciudad ha olvidado la influencia reguladora de la vegetación, de los vientos dominantes, de los cuerpos de agua (como fuentes y quebradas), de las características térmicas de los materiales de construcción para obtener un mejor comportamiento térmico de los espacios públicos y del medio ambiente, por ejemplo, en las características del mesoclima y el microclima⁵ (Greco-Eat. y Eapb, 2002: B. 1-9). Izard pone en evidencia, por ejemplo, la relación “interescala” en el clima de la ciudad, que pone de manifiesto cómo las diversas variables climáticas de la ciudad influyen el comportamiento térmico del espacio público cuando estas entran en contacto con la forma y materiales de este. Recíprocamente, el espacio público tiene la posibilidad de modificar y/o regular el clima de la ciudad.

Ahora bien, falta saber cómo se produce esta modificación y cómo la gente percibe los espacios públicos y si en esta percepción, tanto los elementos naturales como la morfología urbana son toma-

dos en cuenta. ¿En la planeación urbana colombiana, el concepto de confort térmico se tiene en cuenta? ¿Los urbanistas/arquitectos se preguntan sobre las cualidades –térmicas– que los espacios públicos deben tener? ¿Los ciudadanos se hacen esta misma pregunta? Esto plantea una pregunta secundaria: ¿cuál es la importancia de este tipo de variables en la planificación del espacio público en las ciudades colombianas? Debido a las dificultades económicas, normativas, técnicas y funcionales, las variables medioambientales y morfológicas son dejadas de lado en la práctica de la concepción urbana/arquitectónica de los espacios públicos. Eso podría significar que la preocupación por su confort térmico es importante, pero no está implícito en su planificación.

Los trabajos de Givoni (2004) proporcionan muchos ejemplos de cómo con una correcta interpretación de la morfología urbana se pueden obtener mejores condiciones de confort térmico al interior de los espacios. Los estudios de Nikolopoulou y Steemers (2003) en pequeños bloques de viviendas en Cambridge (Inglaterra) demuestran cómo, bajo un enfoque fisiológico, el ser humano responde a las inclemencias del medio ambiente y que estas respuestas definen el uso de los diferentes espacios públicos.

Simulaciones y trabajos de campo realizados por Taha (1997), los cuales tiene en cuenta el calor antropogénico, demuestran cómo el incremento de áreas de cobertura vegetal (árboles y césped), al igual que el aumento del albedo de los materiales de construcción de los espacios urbanos, disminuyen tanto la temperatura de las superficies como del aire cerca al piso en aproximadamente 2°C.

Si bien existen numerosos estudios sobre este tema en otras latitudes⁶, este ha sido poco estudiado

5 Las condiciones climáticas (temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del aire y temperatura de radiación solar) se integran de manera simultánea y se influyen unas a otras en tres escalas espaciales directamente relacionadas: escala regional, del mesoclima (a la escala de la aglomeración urbana) y del microclima (a la escala de la manzana).

6 Se destacan los estudios de Oke (1971), Gómez *et al.* (2004), Givoni (2004), Taha (1997), Nikolopoulou y Steemers (2003) e Izard *et al.* (2002).

en Colombia, lo que permite abrir una puerta en busca de un nuevo enfoque en la concepción de los espacios públicos en el país.

Cuestiones fundamentales

Hay múltiples factores ya enunciados que llevan a la gente a emigrar hacia las ciudades (metrópolis). Bajo un enfoque contextual, es interesante analizar la relación entre crecimiento demográfico y crecimiento urbano. Las ciudades colombianas se caracterizan por un rápido crecimiento urbano y un predominio actual de Bogotá. Sin embargo, en el país, varias ciudades conforman una red de ciudades –medianas– con un crecimiento moderado. Este panorama demográfico escapa a la generalidad latinoamericana caracterizada por un crecimiento concentrado sobre una única ciudad. Es por esto que es interesante saber por qué Colombia ha experimentado tal proceso atípico y cómo la cuadricefalia Bogotá-Medellín-Cali-Barranquilla ha influido sobre este proceso.

Aunque el modelo difuso de urbanización (periurbanización y rurbanización) implica grandes consecuencias para el medio ambiente, el modelo opuesto, el de la ciudad compacta, no representa en sí mismo (a largo plazo) un beneficio para el medio ambiente en términos, por ejemplo, del comportamiento térmico de los espacios públicos de la ciudad. Así, pues, ¿existen relaciones de causalidad entre la planificación de los espacios públicos y el microclima urbano? Dicho de otra manera, ¿el tejido urbano induce situaciones térmicas características?

Bajo esta perspectiva, se abre una puerta que lleva a una segunda serie de preguntas vinculadas a una apuesta ambiental por la consideración de parámetros climáticos en las políticas de planificación del espacio público. ¿Cómo su planificación puede buscar un confort térmico? ¿Cómo tomar en cuenta los diversos parámetros climáticos? ¿Los ciudadanos perciben tales parámetros? Se

ha elegido la relación espacio público y confort térmico por su aspecto transversal, puesto que este planteamiento puede facilitar la integración del “saber-hacer” y del “percibir” con la planificación urbana.

La dimensión espacial del crecimiento demográfico

Las problemáticas ambientales de la ciudad y el comportamiento térmico del espacio público producto del desconocimiento del clima urbano nos interrogan frente a la eficacia de los modelos de urbanización. A pesar de los planes urbanísticos y las políticas públicas sociales, la “ola” migratoria supera las proyecciones y hace que estos modelos sean insuficientes. Bajo esta perspectiva, la presión antrópica destruye las infraestructuras físicas y sociales existentes de la ciudad y supera sus propios límites (de servicios, transporte, educación, recreo, salud, etc.). Esta presión se transforma, entonces, en un proceso de “extensión” y/o de redensificación urbana. Tal proceso a veces –al menos en los países en desarrollo (PED)– toma la forma de barrios periféricos de invasión.

El problema se puede ver bajo otra perspectiva. Aunque existan fuertes diferencias entre la ciudad de un país desarrollado y la de uno en desarrollo, hay siempre hechos comunes que llaman la atención: la periurbanización caracterizada por la formación de centros en la periferia y la rurbanización que refleja el interés de las clases altas por el campo circundante a la ciudad. Estas migraciones, más fuertes hacia la ciudad y más escasas hacia el campo circundante, son las causas de una crisis social y ecológica importante. Por un lado, la ciudad se extiende y, por otro, los espacios naturales circundantes y sus ciclos biológicos son modificados.

Un modelo de urbanización difusa conlleva la ampliación de las redes propias al funcionamiento

de la ciudad y de prácticas sociales que se convierten en impactos negativos para el medio ambiente. En cambio, el modelo de la ciudad compacta parecería ser una medida viable cuando se trata de controlar el crecimiento espacial de la ciudad. Por lo tanto, densificar la ciudad repensando de nuevo la forma y la función de las zonas urbanas contribuiría a tener ciudades “más sanas” con impactos (producciones) medioambientales menos contaminantes. Bajo esta perspectiva, densificar la ciudad aparece como una solución probable y como una necesidad medioambiental. No obstante, la relación densificación-consumo energético parece confusa. Esta densificación significaría un aumento de la capacidad de la ciudad para almacenar la energía térmica y para producir calor antropogénico⁷. Su ejecución parecería complicada por las condiciones sociales y urbanas que caracterizan la ciudad, pues intentar concentrar varios millones de personas congestionaría el espacio urbano y podría afectar a los objetivos del equilibrio ecológico (Da Cunha y Both, 2005: 55).

Boserup (1965) plantea el problema ambiental de la ciudad desde otra perspectiva: la presión antrópica impone una mejora de las técnicas de invención y producción (*cf.* presión creativa). En su tesis, no es la riqueza la que determina el número de habitantes, sino estos los que determinan la riqueza y esto gracias a la capacidad creativa del ser humano. Si se extrapola esta tesis a las nuevas dinámicas urbanas, será necesario preguntarse cómo el ser humano ha avanzado en la búsqueda de nuevas técnicas constructivas, de transportes, etc. “para ocupar” más respetuosamente el territorio. Actualmente, la tesis de Boserup podría significar un cambio de las técnicas de “manejo” del medio ambiente, pero los impactos de las acciones cotidianas del ser humano evidencian la falta de “respeto” del territorio sobre el cual se actúa y sobre el cual se vive.

La innovación tecnológica (*cf.* presión creativa), aunque haya mejorado el espacio de vida, incitó a la gente al consumo. Así, pues, se puede constatar la diferencia entre los hemisferios norte y sur expresada, por ejemplo, por la desigual manera de consumir de la energía y los bienes materiales (*cf.* huella ecológica). Las crisis energéticas de los años 1960 y 1974 y los cambios climáticos obligaron a los países a plantear el debate en dos sentidos concomitantes: el de la 1) relación ciudad/campo y el de 2) la forma en la cual el ser humano habita el territorio.

Por último, como decía Merlin (1994: 124), “el crecimiento urbano está lejos de terminarse”. Aunque el crecimiento demográfico se detuviera, el crecimiento espacial y la presión antrópica continuarían, pues el consumo de suelo corresponde al alojamiento y a los espacios de recreación, pero también a los niveles y expectativas de vida. Así, pues, los expertos insisten en la necesidad de trabajar sobre la adaptación respetuosa de los espacios de la ciudad para mejorar las condiciones de vida de los habitantes, teniendo en cuenta las dinámicas socioeconómicas, el uso de los espacios y las condicionantes medioambientales. Del otro lado, se trata de un cambio de nuestros métodos de vida.

Crecimiento urbano y sus implicaciones sobre el comportamiento térmico de la ciudad

¿Cómo es modificado el mesoclima, tal y como el ciudadano “lo vive”, por la ciudad, sus actividades y sus habitantes? ¿En qué ha cambiado la ciudad las condiciones climáticas de sus alrededores? Desde 1930, los trabajos sobre climatología urbana de Oke, Santamouris y Dettwiller, entre otros, muestran varios análisis espaciales

7 Energía calórica (calor) producida por las diferentes actividades humanas (fuentes móviles y estacionarias).

comparativos de las temperaturas del aire entre la ciudad y el campo circundante. Estos estudios muestran la existencia de una isla de calor urbano caracterizada por una diferencia térmica sistemática en la temperatura media anual (alrededor de 1.0 °C) entre el centro de la ciudad y la periferia/campo circundante (Choisnel y Vivier, 1994: 47)⁸.

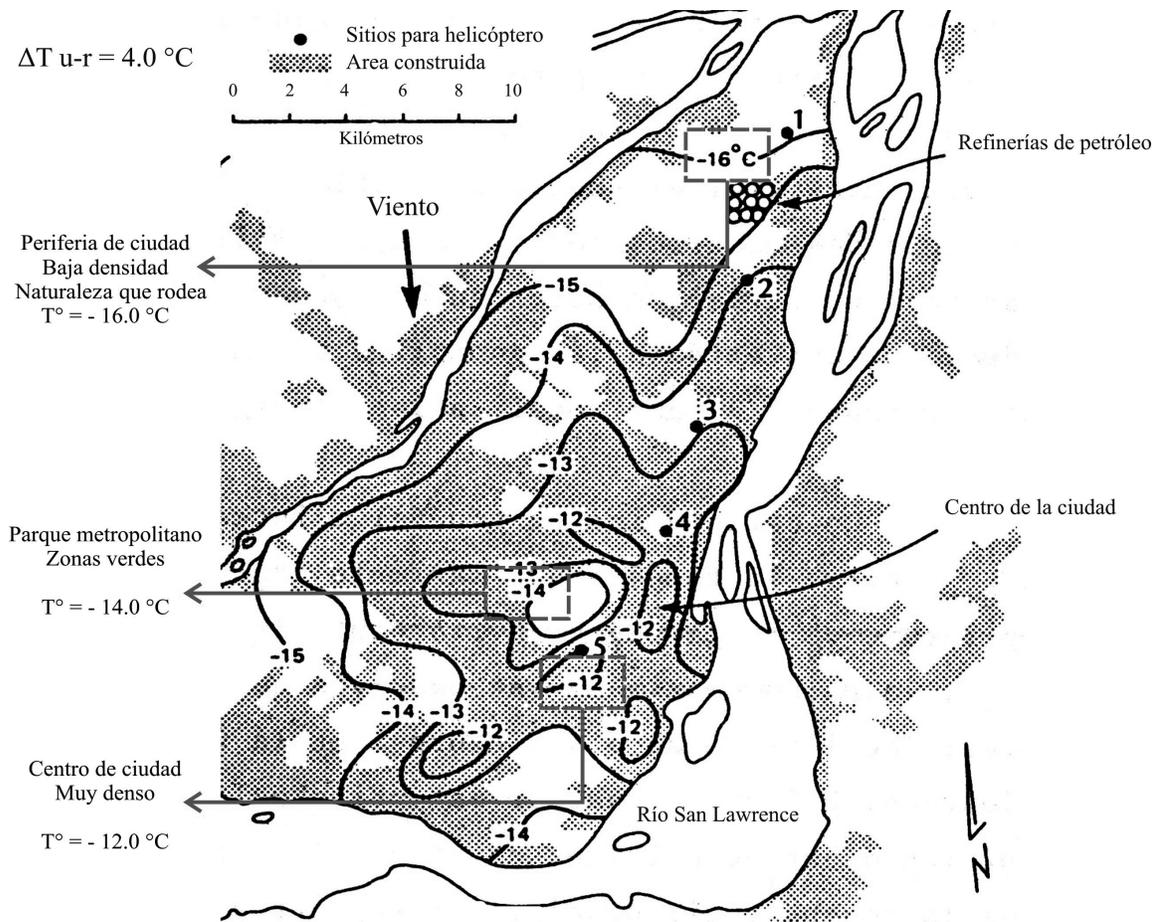
El mapa 1 presenta las temperaturas del aire estudiadas por Oke en 1971 en la ciudad de Montreal. La diferencia de temperatura encontrada

(4.0 °C) entre el centro de la ciudad y su periferia demuestran la existencia del fenómeno de la isla de calor urbano. En la mapa 2, encontramos el mismo fenómeno en la ciudad de Bogotá. La diferencia de temperaturas oscila entre los 3.0 °C y los 5.0 °C.

Así, pues, la atmósfera –composición y comportamiento– es influenciada e, incluso, modificada en zonas urbanas densas o industriales⁹. Esta “isla de calor urbano” es una consecuencia de la concentración de agentes contaminantes

Mapa 1.

Isla de calor urbana en Montreal, Canadá el 7 de marzo de 1968 a las 07:00 a.m. tiempo universal. Temperaturas del aire con viento suave del norte (0.5 m/seg.) y cielo despejado. Según Oke, 1971.

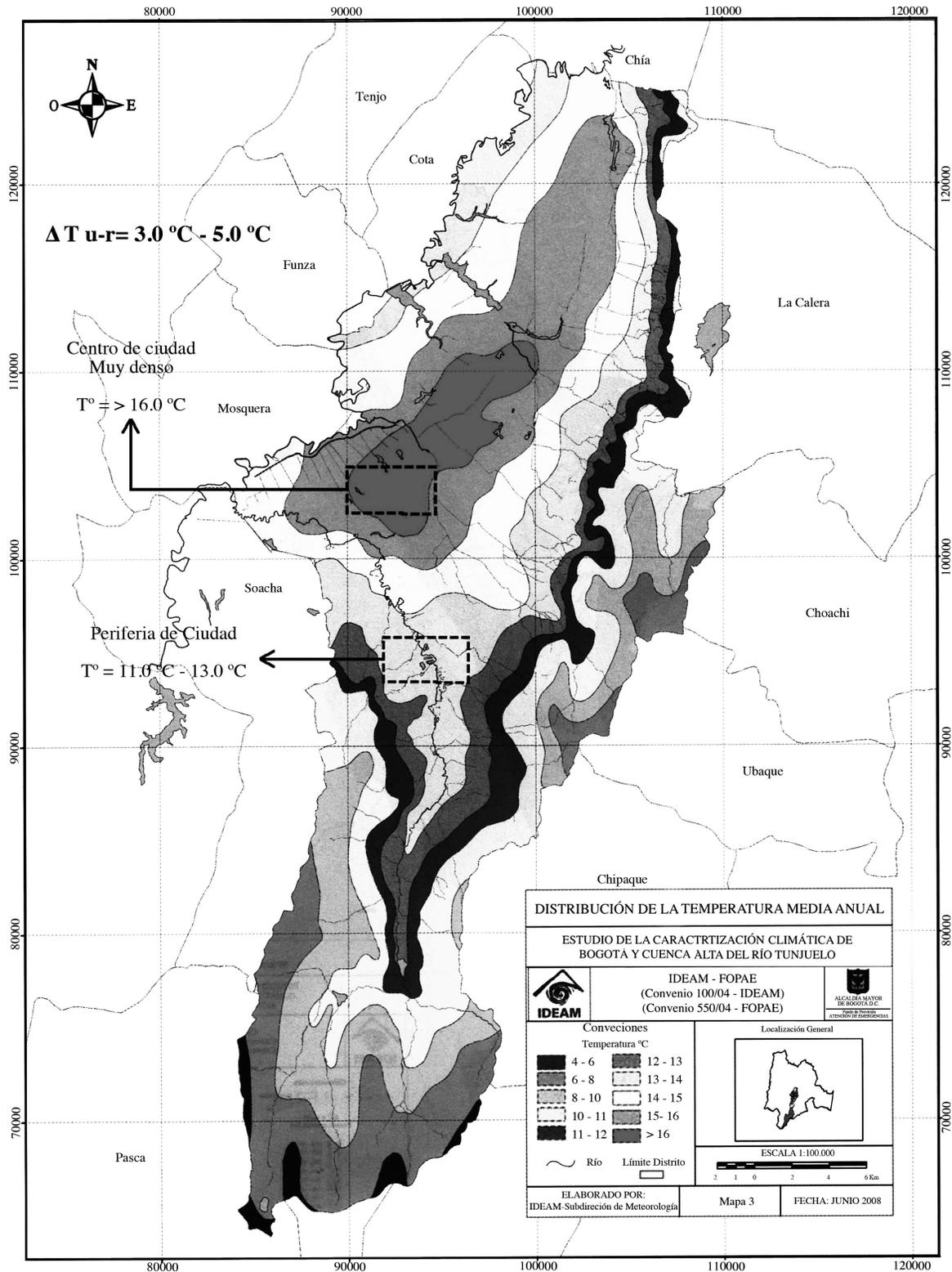


Fuente: Sacre, C. (s.f.). Modificación propia.

8 Análisis comparativos de temperaturas entre el centro de París y la periferia realizados por Dettwiller en 1970. Esta diferencia puede ser mucha más pronunciada en las noches y bajo ciertas condiciones meteorológicas (cielo descubierto y viento suave) puede alcanzar los 10.0 °C de diferencia. No obstante, esta diferencia puede desaparecer con cielo cubierto y vientos fuertes.

9 En Bogotá, por ejemplo, la zona suroccidental sobrepasa recurrentemente las concentraciones medias de MP10 en más de 25.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mapa 2.
Distribución de la temperatura media anual. Isla de calor urbano en Bogotá.



Fuente: Alcaldía de Bogotá y Ideam (2007). Modificación propia.

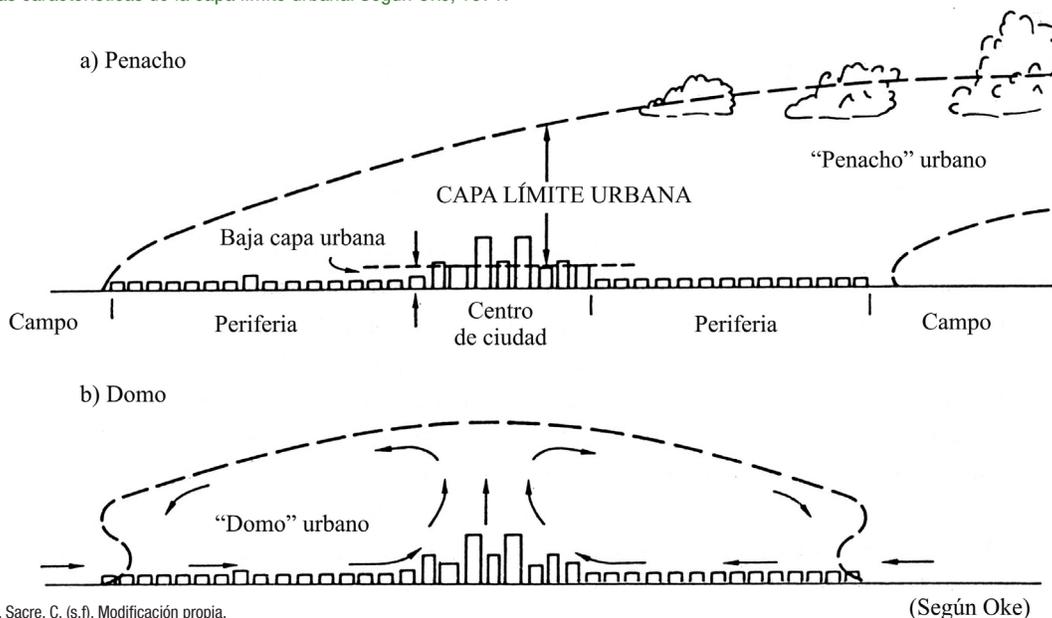
de distinta naturaleza y del calor producido por la combustión en procesos industriales, la calefacción y climatización doméstica, del transporte, etc. Además, las condiciones meteorológicas y geográficas propias de la región afectan a la temperatura de la ciudad¹⁰.

La presencia de un núcleo urbano modifica el comportamiento de la atmósfera y, específicamente, de la capa límite atmosférica¹¹ desde el punto de vista dinámico (vientos) y desde el punto de vista higrotérmico (humedad y temperatura). La figura 2, presenta dos formas características de la capa límite urbana: la primera, observada bajo la presencia de un viento regional¹² y, la segunda, bajo vientos locales débiles.

La morfología urbana –vertical y horizontal– caracteriza las variaciones del comportamiento de estas dos zonas de la atmósfera. La desigual altura de

las construcciones y las superficies mineralizadas de baja reflexión (*cf.* albedo bajo)¹³ y altamente impermeables habrán de determinar el comportamiento térmico. En consecuencia, las superficies urbanas son capaces de almacenar más energía térmica proveniente del sol y de otras superficies, modificando los intercambios térmicos entre la composición básica del aire en medio urbano y la atmósfera¹⁴. La mayoría de los materiales con los cuales construimos las ciudades se les llama “cuerpos negros”, pues acumulan calor a lo largo del día. El enfriamiento natural en ciudad no es tan eficaz como en el campo porque la capa vegetal (árboles y césped) sigue siendo insuficiente. La figura 3 muestra la evolución de las temperaturas superficiales de diferentes superficies urbanas bajo el sol canicular de Girardot. Se puede observar cómo una superficie negra como el asfalto evoluciona 25.1°C por encima de la temperatura del aire exterior (34.9 °C).

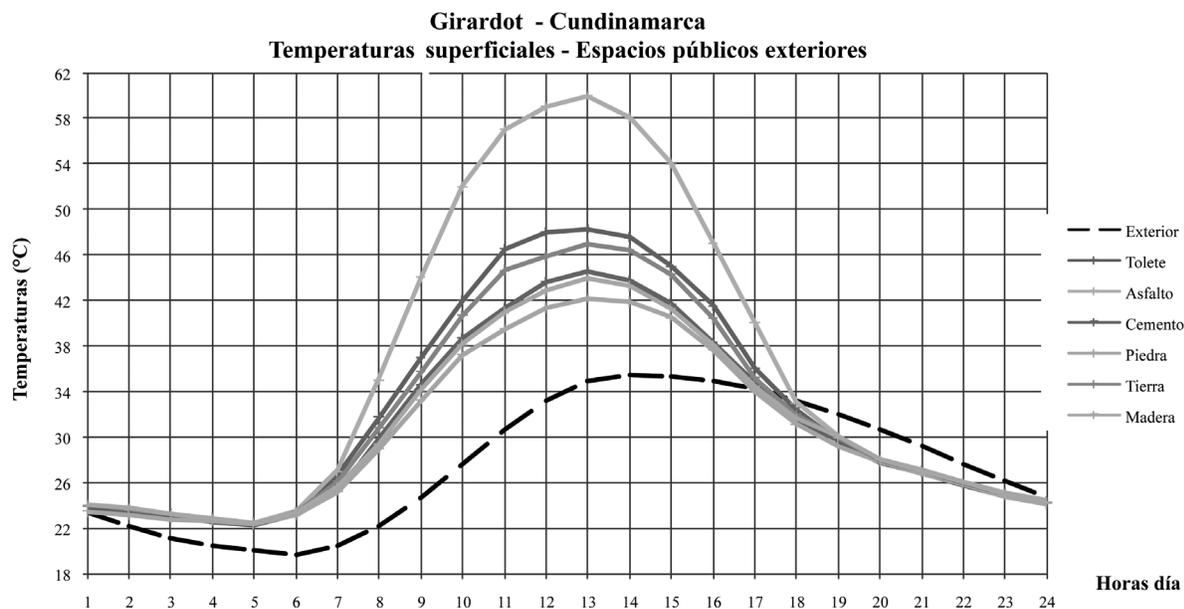
Figura 2.
Formas características de la capa límite urbana. Según Oke, 1971.



Fuente: Sacre, C. (s.f). Modificación propia.

10 Se estima que la fracción más fina de partículas materiales-MP10 es emitida entre el 60.0 % y el 70.0 % por fuentes móviles y, especialmente, por el transporte público.
 11 Comprende en general dos capas: la 1) capa límite urbana con una altura promedio de 400.0 m y en donde el nivel cero se encuentra a la altura media de las cubiertas de las edificaciones y la 2) capa inferior urbana comprendida entre esta altura y el suelo.
 12 Con velocidad media del aire > 3.0 m/seg tomada a 10.0 m de altura (Zref) en campo abierto.
 13 Cada material tiene la capacidad de absorber y de reflejar la energía proveniente del sol y de otras fuentes de energía térmica. Se le llama albedo al factor de reflexión e indica la capacidad de reflejar las radiaciones.
 14 Se pueden citar los estudios de Duchêne-Marullaz (1980) en la ciudad de Saint Louis (Estados Unidos), donde el porcentaje de precipitación en zonas “bajo los vientos de ciudades” puede aumentar un 20.0% al 30.0% en un radio de 40.0 km debido a los movimientos ascendentes (convección) del aire caliente en ciudad.

Figura 3.
Temperaturas superficiales en espacio públicos de Girardot, Cundinamarca. Según Ramírez, 1995.



Fuente: Ramírez, J. (1995). Modificación propia.

En conclusión, se pueden establecer relaciones de causalidad entre lo que sucede en la ciudad y en el campo. Las modificaciones en la composición del aire, en el equilibrio térmico de la ciudad y los efectos derivados sobre el campo son consecuencias de una morfología urbana muy diversa, la naturaleza de los materiales y un espacio público poco “vegetalizado”.

Vegetación, clima urbano y espacio público

Según Taha (1997: 99), el efecto de la isla de calor urbano es consecuencia de la mezcla en un momento preciso de varios factores: el tamaño de la ciudad, las condiciones climáticas, la topografía y la situación geográfica. Entre los parámetros que tienen una fuerte relación con el aumento de la temperatura urbana, la evapotranspiración de la vegetación, el factor de reflexión solar de los materiales (albedo) y el calor antropogénico

(fuentes móviles y estacionarias) son los más importantes.

Dependiendo de la localización geográfica y de las condiciones atmosféricas prevalecientes, la isla de calor urbano puede ser benéfica o perjudicial para el ciudadano y para el consumo energético de la ciudad. Hablando en términos generales, en 1) bajas y medias latitudes, la isla del calor es indeseada porque contribuye al aumento de las cargas de climatización así como al incomfort térmico. De otra parte, en 2) altas latitudes, es menos problemática en la medida que se logran reducir el requerimiento de calefacción¹⁵.

Los beneficios de la vegetación en el medio urbano son conocidos, bien sea por su función estética o por su función medioambiental. El manto vegetal en la ciudad regula sus microclimas, la contaminación sonora y atmosférica, así

15 Sin embargo, esto es una generalización pues, hoy en día, los impactos del cambio del mesoclima y de la isla de calor urbano dependen de las características de los climas a escala regional.

como la velocidad del aire, la humedad ambiental y la radiación solar. Además, la vegetación tiene también la capacidad (según la especie y la temporada) de filtrar la radiación solar, pues esta tiene una relación directa con la naturaleza de los materiales de las superficies urbanas y los movimientos convectivos de aire, disminuyendo el *smog dome* (domo de emanación) (Bernatzky, 1982: 302). En consecuencia, el efecto térmico vertical y horizontal de la vegetación dependerá, entre otros, de su “transparencia” al paso de la luz y la radiación solar hacia la superficie del suelo y de la dirección y velocidad del viento.

Adicionalmente, la vegetación de la ciudad se compone también de las superficies (horizontales y verticales) verdes y no solamente los árboles. Las superficies con césped tienen igualmente propiedades térmicas, pero estudios desarrollados por Dimoudi y Nikolopoulou (2003: 72) indican que los beneficios no son producto de la sola vegetación: es la sumatoria de esta, el viento y la temperatura¹⁶. Igualmente, los efectos positivos de la vegetación se perciben en sus alrededores inmediatos, dependiendo de las características morfológicas (altura de edificaciones, ancho de vías, etc.) y las condiciones climáticas. Los estudios realizados por Taha (1997: 99) demuestran también la profunda relación entre vegetación en ciudad y las corrientes de viento en la superficie urbana, pues esta relación puede determinar el comportamiento térmico del aire (temperatura sensible) en espacios exteriores e, incluso, la calidad del aire (concentración de agentes).

La capacidad de evapotranspiración de la vegetación tiene, por otra parte, un efecto sobre las condiciones al interior de las edificaciones, ya que el aire proveniente del exterior habrá de estar más o

menos cargado de energía térmica. La vegetación atenúa los intercambios de radiación térmica de larga y corta longitud de onda entre el cielo y los edificios y entre los edificios mismos (*cf.* filtración de la radiación). Por último, la vegetación controla e, incluso, disminuye el calor urbano no enfriando el aire sino evitando que este se calienten (Dimoudi y Nikolopoulou, 2003: 69). Eso no significa que únicamente la vegetación o las áreas verdes podrán mejorar el microclima del lugar, pero significa, al menos, que el control microclimático dependerá de la visión global y sistémica del espacio público.

El confort del espacio público

Los espacios públicos de la ciudad evolucionaron conforme la ciudad y la sociedad lo hicieron y son el reflejo de los cambios de la historia. Esta historia muestra, igualmente, que la planificación del espacio público es la “raíz” del urbanismo. Tal y como lo afirmaba Ortega y Gasset, “la ciudad no fue en un comienzo una agrupación de casas y si un sitio de reuniones (ágora) donde se discutía la ‘cosa’ pública y alrededor del cual esta ‘cosa’ se estructuraba” (Tomas, 2001: 3)¹⁷.

La historia del urbanismo comienza con el origen de los asentamientos urbanos, pero el conocimiento de su evolución es escaso en la medida que pocas ciudades antiguas –de más de 5000 años– han podido excavarse en su totalidad y de aquellas en donde se pudo sólo se conocen sus últimas etapas (Falcón, 2007: 18). No obstante, las ciudades de la Mesopotamia se organizaban a lo largo de una calle principal que dirigía a sus habitantes hacia el palacio-tempo en donde

16 Cuando la velocidad del aire aumenta de 1.0 m/seg a 1.5 m/seg por encima del suelo (2.4 m/seg en el límite superior de la capa inferior urbana), el efecto de la vegetación parece disminuir. Este estudio realizado bajo modelos matemáticos de la transpiración de las plantas y sistemas CFD fue realizado bajo los siguientes parámetros: una 1) relación entre altura y ancho de la calle de 1.5, una 2) temperatura del aire de 25.0°C, una 3) velocidad del aire de 1.0 m/seg en el límite superior de la capa inferior urbana y una 4) dirección del viento de 0°C (sur).

17 El espacio público –a partir de las teorías de la filosofía política de Arent– es definido como el espacio en el cual se desarrollan el conjunto de actividades constitutivas de la vida “política” del ciudadano, donde estas actividades se convierten en representación ideal de la democracia.

habitaba el rey. En Egipto, la ciudad se encontraba cercada por murallas, las calles eran bastante estrechas y los hogares contaban con un patio central probablemente con el fin de mitigar las adversas condiciones ambientales exteriores.

En las ciudades de la Grecia clásica, las cosmogonías proporcionaban los parámetros para construir la ciudad, como por ejemplo, su orientación hacia los vientos predominantes y el sol. Con el tiempo, y según los historiadores del urbanismo, esta visión del mundo parece modificada por la búsqueda exhaustiva de la racionalidad. Así, pues, la ciudad griega se presenta en adelante como el paso exitoso de lo mítico a lo racional, partiendo de la plena concepción funcionalista de la ciudad, que intentaba explicar la cuestión de su génesis¹⁸.

Podemos considerar que las ciudades de plan ortogonal —como las ciudades romanas— fueron las primeras que, de manera consciente, organizaron sus espacios de uso público desde un punto de vista urbanístico. Estas ciudades que tomaron el modelo de los campos militares llamados *castrae* se organizaban a partir de dos calles principales perpendiculares nombradas *cardus* y *decumanus*, pero siempre partiendo de un determinado carácter cósmico que tomaba como punto de señal el levante del sol y los cuatro puntos cardinales (Penau, s.f.: 15).

Ahora bien, la concepción higienista superó esta visión cosmogónica de la ciudad, aunque para Platón y Aristóteles eso impedía a la gente mantener la rigidez de una sociedad política y la imagen que se derivaba¹⁹. Hipodamos dividía la ciudad bajo un modelo plenamente racional. A partir de esta división del suelo “urbano”, el tema de la

salubridad adquiría mucha más relevancia. Así, pues, los principios formulados por Hipócrates sobre la orientación de las construcciones²⁰ se aproximaban a los de Hipodamos bajo un enfoque desde la medicina. De esta manera, Platón y Aristóteles propusieron una nueva manera de organizar el territorio, permitiendo determinar el sitio de la ciudad.

Los *Diez libros de arquitectura* (Vitruvio, 1995) nos ofrece otro enfoque de la forma en que la ciudad debería evolucionar a partir de los elementos climáticos. En adelante, variables como la salubridad, la salud y la comodidad inspiran la implantación de las ciudades, adaptándose al medio ambiente. De su parte, Andrea Palladio, con un enfoque higienista y de comodidad, reflexiona sobre la temperatura del aire, el tamaño de las calles, los vientos que convienen y el clima de la ciudad. De igual manera, cuida de la exposición de las edificaciones ya que para él, la ciudad le debe ser luminosa buscando siempre la buena implantación mirando hacia la “región del cielo” y la comodidad de los espacios habitables.

De esta forma, podemos seguir con un análisis en los distintos momentos históricos de la ciudad. Los enfoques medioambientales los encontramos también en el siglo XIX en los planes de expansión urbana desarrollados por Haussmann en París o Cerdà en Barcelona. Estos planes complementaban los espacios periféricos provistos de grandes avenidas arborizadas, llenas de los espacios verdes y que permitían una buena ventilación e iluminación natural.

Las soluciones arquitectónicas, a menudo, no han sido las mejores para algunas condiciones medioambientales. Ahora bien, la realidad va más allá

18 Los principios de organización del espacio urbano manifiestan un enfoque objetivo de la defensa, el clima, la salubridad, etc., que se encontraba en oposición a las diferentes creencias y supersticiones de las civilizaciones de Asia menor.

19 Después de publicar en la *República* los elementos fundamentales para garantizar el buen funcionamiento político de la ciudad, Platón formula en las *Leyes* algunas indicaciones sobre los espacios físicos. Aunque para este filósofo existían espacios inhóspitos, también existían espacios que “nutrían” el cuerpo, pero que eran incapaces de “nutrir” el alma del ciudadano.

20 La exposición es un factor relevante para asegurar la salubridad y el bienestar de los ciudadanos. Por este motivo, Hipócrates se oponía a la orientación hacia el sur, pues exponía la ciudad a los vientos calientes y a sus efectos.

y nos dicta lo que se debe hacer. El desarrollo de la civilización humana implicó una pesada carga a soportar y la situación puede empeorar si no cambiamos. El avance tecnológico (comunicación, construcción, etc.) nos permite ahora, y más rápido, encontrar un eje transversal que reúna los conocimientos antiguos con los actuales. Y esto porque la reflexión en torno a este tema evoluciona cada día y, aunque los temas específicos no varían, no son ajenos a lo que el medio ambiente produce sobre el hábitat humano y viceversa.

El tipo de trabajo que se impone, entonces, es trabajar con las “fuerzas” de la naturaleza y utilizar sus “herramientas” potenciales para crear un hábitat humano más respetuoso del medio ambiente.

El ambiente urbano

Cuando se camina por el espacio público, se percibe posiblemente un cambio: la percepción del espacio cambia así como la percepción del ambiente (urbano). Al momento de pasar de un espacio interior a un espacio exterior, el ciudadano se encuentra, no sólo pasa a un espacio físico: los materiales, la textura del suelo y posiblemente la vegetación cambian, así como el olor, el color, la temperatura, la humedad, etc. Eso significa que el ciudadano se encuentra tanto en un espacio físico como visual, sonoro, térmico, luminoso u olfativo.

Por lo tanto, el espacio público y, en sentido amplio, el medio ambiente urbano, no pudiendo ser observado solamente bajo una dimensión física (materiales, texturas, mobiliario, etc.). Otras dimensiones alimentan los conocimientos que se tienen de este. Intervienen, entonces, dimensiones estéticas (colores, sonidos, olores, etc.), sensibles (temperatura, humedad, etc.) y prácticas (usos y apropiación, etc.). Una evaluación

del espacio público deberá basarse en la integración, o más bien, correlación entre el espacio y el ciudadano.

El análisis de las características sensibles y físicas del espacio público citadas arriba nos conduce al concepto de ambiente urbano. Adolphe lo define como “la síntesis hecha por un individuo en un momento preciso, con condiciones precisas de su medio ambiente físico inmediato (lo que lo rodea)” (1998: 7). Vemos cómo la percepción del espacio es una relación de interdependencia entre el ciudadano y un contexto medioambiental en constante evaluación²¹. El ciudadano, de esta manera, puede tener una experiencia aproximada (positiva o negativa) de su medio ambiente (Berleant, 2007), puesto que es él quien lo utiliza y lo comparte.

Ahora bien, el medio ambiente de la ciudad puede ser analizado desde diversos enfoques sobre el ambiente urbano (Thibaud, 2002: 257-258). Por lo tanto, el medio ambiente de la ciudad se puede analizar en términos de las 1) molestias, donde muestra al ciudadano como un ser reactivo al estímulo, o en términos de 2) funcionalidad, donde el medio ambiente “sirve para”. Se puede analizar también en términos de 3) confort, donde el bienestar del ciudadano es el objetivo y, finalmente, el medio ambiente en términos de 4) paisaje, a partir de lo estético como el color, el olor, etc.

Esta investigación está dedicada al tercer enfoque –el del confort– que permite “observar” el espacio de otra manera y plantear el debate del espacio público desde la óptica del confort térmico. Así, pues, el confort del espacio público debe entonces ser analizado –bajo dimensiones sensibles y materiales– por el ciudadano (usuario), cuyo papel va más allá de una mirada contemplativa o desinteresada. Las experiencias, pudiendo ser positivas o negativas, pueden interpretarse como

21 Desde esta perspectiva, el ambiente urbano se podría convertir en un operador de la evolución urbana. Por consiguiente, y según Berleant, el ambiente urbano puede convertirse en un operador socioeconómico y una herramienta de concepción, crítica y análisis arquitectural en la medida que está sujeto a parámetros físicos del medio ambiente.

sensaciones de confort o molestia. De ahí que se pueda afirmar que la riqueza de una investigación sobre el ambiente urbano proviene de la multiplicidad de enfoques.

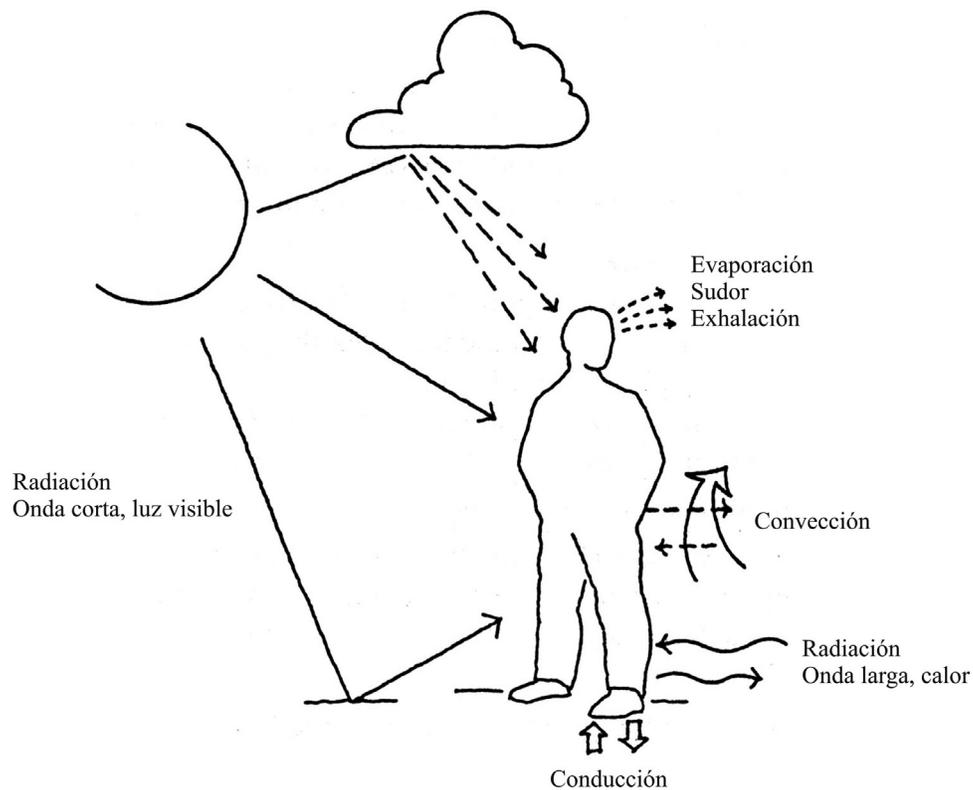
La noción de confort térmico

Normalmente, es más fácil percibir aquello que nos molesta y sitúa al ciudadano como un sujeto reactivo ante las condiciones climáticas “agresivas” y, sobre todo, cuando en espacios exteriores. Sin embargo, definir las condiciones de confort de un espacio específico es complejo debido a la multiplicidad de factores naturales que se mezclan a distintos intervalos de tiempo y de escala. El confort de un espacio exterior es determinado por algunos factores como la naturaleza de los

materiales de construcción, las condiciones climáticas (meteorológicas), la función (uso) del espacio, la vegetación existente, la morfología urbana circundante, los diferentes intercambios térmicos entre el cuerpo humano y el medio ambiente (figura 4), etc. A esta “inestabilidad” del microclima que se origina, es necesario añadir un último factor: las sensaciones percibidas por el ciudadano. Nikolopoulou y Steemers (2003: 95) ponen de manifiesto que la adaptación psicológica parece ser muy importante al momento de establecer condiciones de confort en espacios exteriores. Según su estudio, el individuo reacciona a las “dificultades” climáticas adaptándose de manera permanente y en donde sus condiciones física y fisiológica contribuyen a tal adaptación.

Figura 4.

Los cuatro modelos de intercambio térmico del ser humano con el medio ambiente: conducción, convección, radiación y evaporación



La investigación científica ha conseguido cuantificar algunas experiencias estableciendo niveles medios de confort y/o inconfort, pero esta cuantificación del ambiente urbano, y más concretamente del confort térmico, sigue siendo insuficiente para describir, evaluar e, incluso, establecer las condiciones del “buen funcionamiento” de los espacios públicos. ¿Pero qué significa “buen funcionamiento” de los espacios públicos? ¿Cómo definir este buen funcionamiento? Con el fin de llegar a un equilibrio térmico en espacios públicos, la necesidad de protección al sol y el viento puede ser tan importante como la de acentuar o favorecer el microclima existente. Solamente, un análisis profundo del lugar con relación a los factores ya nombrados podrá determinar la dirección a seguir, pero cuidando la relación con el individuo y sus actividades. Esta es la razón por la cual la noción de confort no puede estudiarse ajena a la subjetividad que lleva implícita, pues ciudadanos diferentes perciben el espacio público de diferentes maneras y lo que es bueno para un ciudadano no lo es para otro²².

Bajo esta óptica, se puede definir el confort térmico como la 1) evaluación subjetiva, espontánea y en tiempo real de las condiciones climáticas (temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del aire y temperatura de radiación solar) resultado de los diferentes intercambios de energía entre el cuerpo humano y el ambiente.

Para Givoni (1981: 54), el confort térmico puede definirse –en un sentido negativo– como la 2) “ausencia de irritación e inconfort debido al calor o el frío, o –en un sentido positivo– como un

estado de agrado”. Fanger (Izard *et ál.*, 2002: A. 4-3) plantea otra definición igualmente aceptada: 3) el estado de ánimo que exprime una satisfacción del medio ambiente que rodea al ser humano donde este no puede decir si quiere “tener” más frío o más calor²³.

Paradójicamente, y en la mayor parte de casos, es más fácil expresar una sensación de inconfort (*cf.* estrés térmico)²⁴ porque la percepción del confort está considerada como una sensación a la que el individuo está habituado. Así, pues, la percepción del inconfort se convierte en un estado inhabitual al cual el individuo está más expuesto (Izard *et ál.*, 2002: A. 4-3).

Límite de confort térmico en espacios públicos

El deseo de controlar las condiciones del espacio en el cual el ser humano habita es tan antiguo como la historia de la humanidad. Dicho de otra manera, iniciar una reflexión en torno al confort de la ciudad significa, también, hacer un análisis de las condiciones de habitabilidad de estos espacios humanos.

Estudios hechos por Huntington en Estados Unidos (Olgay, 1968: 24) demuestran que condiciones extremas del medio ambiente afectan el bienestar del ciudadano. A partir de este estudio, se comprende que si estas condiciones son desfavorables, las capacidades del ciudadano tienden a disminuir. Pero, de la misma forma, si estas situaciones son favorables, sus capacidades van a aumentar y se van a estimular.

22 Nikolopoulou y Steemers (2003: 97) evidencian esta subjetividad subyacente en el concepto de confort térmico en espacios públicos y lo demuestran en su estudio de cuatro lugares diferentes del centro de la ciudad de Cambridge en Inglaterra.

23 El rango de condiciones en el cual el confort térmico es experimentado se llama zona de confort. Fisiológicamente, esta zona es el rango en el cual los mecanismos de termoregulación del ser humano se encuentran en un estado de actividad mínima o nula.

24 La carga calorífica total que se ejerce sobre el organismo que resulta del metabolismo por actividades, de la radiación directa y difusa, así como del aislamiento producido por la vestimenta.

La búsqueda de Olgyay (1968)²⁵ da cuenta de la gran variedad de límites de confort térmico en espacios interiores²⁶, pero, como se había explicado antes, en espacios exteriores (públicos), la definición de este límite es más complejo. La evaluación del confort térmico pasa por la definición del equilibrio térmico²⁷. La variación de alguno de sus componentes es consecuencia de la presencia de un elemento perturbador del equilibrio. En efecto, la heterogeneidad del espacio exterior puede causar un cambio en el equilibrio térmico y, por consiguiente, en la sensación térmica del ciudadano.

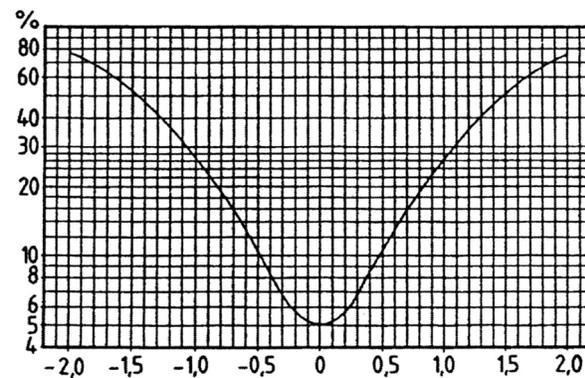
El comportamiento térmico del espacio público es entendido como “moderado” cuando este no produce aumento ni disminución de la temperatura del cuerpo humano. Ahora bien, desde un punto de vista cuantitativo, la evolución térmica del espacio público es “moderada” cuando los siguientes parámetros o condicionantes conservan los siguientes límites (Izard *et ál.*, 2002: A. 4-14):

- › Temperatura ambiente del aire
10.0 C = $T_a = 30.0$ °C
- › Humedad relativa
30.0 % = $H_r = 70.0$ %
- › Velocidad del aire
0.0 m/seg = $V_a = 1.0$ m/seg
- › Temperatura radiante
10.0 C = $T_g = 35.0$ °C
- › Metabolismo producido
0.8 Met = $M = 4.0$ Met

- › Aislamiento de la vestimenta
0.0 Clo = $Clo = 2.0$ Clo

Greco-Eat y Eapb (2002) estableció una escala numérica para delimitar el confort térmico a partir de las sensaciones térmicas percibidas por los sujetos con un espacio público “moderado”. Este indicador resulta de predecir la reacción fisiológica (evaluación termosensorial media) de un número importante de ciudadanos definido por el predicción del voto medio PMV. Fanger establece que el voto medio previsto²⁸ era solamente el valor medio que se esperaría de un grupo de personas y clasifica las respuestas dentro de una escala numérica entre -3 y +3, donde las zona de confort puede inscribirse entre -0.5 y +0.5²⁹. Fanger, igualmente, propuso medir el grado de insatisfacción del ambiente térmico en los espacios públicos: la predicción de insatisfacción-PPD, a partir de valores del PMV. La figura 5 presenta la gráfica actual del índice PMV / PPD.

Figura 5.
Porcentaje de insatisfacción (PPD) en función de la Predicción del Voto Medio (PMV).



Fuente: Fernández, A. (2003).

25 Algunos trabajos de Vernon (1950) establecieron este rango de comodidad en 18.9°C. Bedford (1950) lo estableció en 18.1°C. Por su parte, la norma alemana es 20.8°C con un 50.0% de humedad relativa.

26 Basándose en los estudios de Givoni, Ramírez (1995: 17) ha delimitado el confort térmico interior en zonas cálidas entre 20.0 °C y 26.6 °C y una humedad relativa entre 20.0 % y 50.0% bajo una acción del viento mínima y una velocidad del viento < 1.0 m/seg. Para las condiciones de Bogotá, estos límites se han movido, situándolos entre 18.0°C y 24.0°C y una humedad relativa entre 15.0 % y 80.0%.

27 El confort térmico no debe ser confundido con el equilibrio térmico, pues este último puede alcanzarse, incluso, en momentos de inconfort mediante la activación de los mecanismos de autorregulación del organismo.

28 Por sus siglas en inglés: Predicted Median Vote -PMV.

29 Estos límites nos conducen a una situación definida como neutralidad térmica, donde el ciudadano no tiene sensación de frío ni de calor. No obstante, y teniendo en cuenta la capacidad de aislamiento de la vestimenta, se puede optar por una zona de confort comprendida entre -1.0 y +1.0.

De otra parte, hablar de confort térmico en espacios públicos es válido en la medida que las condiciones microclimáticas favorables se prolonguen durante un cierto periodo de tiempo³⁰. Así, pues, hablar de confort térmico obliga introducir la noción de frecuencia de tiempo durante la cual el espacio es agradable o desagradable.

Metodología escogida

Analizar un espacio público desde un punto de vista térmico obliga a tener en cuenta el concepto de confort térmico que comienza con la evaluación hecha por el ciudadano en un momento preciso. Se proponen dos intervalos de tiempo del día bien definidos para desarrollar una encuesta durante treinta días. El objetivo es definir un límite de confort térmico del espacio público específico y válido mediante las respuestas espontáneas de ciudadanos sobre su sensación térmica. Para esto, habrá de desarrollarse el estudio en dos partes del año: invierno y verano. Esto porque tenemos necesidad de definir un límite de confort representativo de las condiciones climáticas características de Colombia. Dado que la capital colombiana tiene más de siete millones de habitantes, el número de personas interrogadas en estos intervalos y periodos de tiempo pueden convertirse en un universo representativo.

La metodología adoptada incluye dos herramientas: 1) cuantificación térmica con mediciones en campo la sombra y a una altura de 1.50 mts., de la temperatura ambiente del aire (°C), humedad relativa (%) y la velocidad del aire (m/seg.) y que serán el contexto climático para las respuestas a 2) una encuesta. La tabla 1 presenta las dimensiones, variables y los indicadores seleccionados para esta investigación.

Conclusiones parciales

La socialización de esta tesis permitió encontrar el interés de investigadores. Esto pone de relieve la pertinencia de esta investigación en el medio colombiano. Igualmente, una investigación bibliográfica permitió concluir que, aunque la ciudad colombiana no tiene un nivel de desarrollo de un país desarrollado, el fenómeno de isla de calor urbano se presenta. Si se observa la evolución de las temperaturas secas del aire durante el día y se extrapolan a las condiciones de contaminación atmosférica, se pueden encontrar sitios de la ciudad en donde las temperaturas pueden variar de un sitio a otro en al menos 3.0°C, alcanzando los 5.0 °C.

Las siguientes hipótesis forman parte de las conclusiones parciales de esta investigación. Admitiendo que la morfología puede considerarse como un parámetro para la comprensión del mesoclima y los microclimas, es posible prever que una acción de rehabilitación o planificación de los espacios públicos bajo esta perspectiva, pueda contribuir a mejorar sus condiciones microclimáticas. Por otra parte, el comportamiento térmico no sólo depende de las condiciones climáticas, materiales, elementos naturales, etc. Así, pues, el confort térmico se convierte en un concepto subjetivo gracias a la adaptación psicológica del ciudadano y está vinculado a su metabolismo y su vestimenta en un momento preciso.

De aquí, la existencia de las hipótesis que se derivan: 1) hay una relación directa entre confort térmico percibido, morfología y lugar de residencia del ciudadano que explica la forma en que él usa y se apropia del espacio público. Se puede pensar que, para tener una lectura global del confort térmico de los espacios públicos, se debe tener en

30 Por ejemplo, una caminata durante algunos minutos en vestimenta de calle o un descanso de 1.0 hora sobre una banca.

Tabla 1.
Sistema de variables e indicadores escogidos para desarrollar la investigación.

Dimensión	Variable	Indicador	Definición	Unidad
Demográfica	Personal	Sexo	Femenino o masculino	
		Edad	Rango de edad	
		Peso	Clasificación subjetiva del peso del ciudadano	Delgado - Obeso
	Movilidad	Ciudad de nacimiento		
		Ciudad de residencia		
		Lugar de trabajo / residencia		
Morfológica	Arquitectónica	Tasa de mineralización de superficies	Superficie mineral / superficie total	%
		Cantidad del mobiliario urbano	Número promedio de elementos de mobiliario / m ²	Número / m ²
		Tasa de sombra	Superficie bajo la sombra de construcciones / superficie total	%
	Urbana	Dimensiones promedio de calle / plaza	Largo, ancho y superficie promedio	m, m ²
		Distancia promedio construcción - calle / plaza	Largo promedio entre construcción – eje de calle / centro de plaza	m
		Perfil de límites arquitectónicos	Altura promedio de construcciones	m
Medioambiental	Climática	Velocidad del viento	Velocidad del viento tomada a 1.5m de altura	m / seg.
		Humedad relativa	Humedad relativa tomada a la sombra	%
		Temperatura del aire	Temperatura del aire tomada a la sombra	°C
		Tasa de nebulosidad	Definición subjetiva de la nubosidad	Cielo despejado - cubierto
		Radiación solar	Energía proveniente del sol / m ²	W / m ²
	Natural	Cantidad de árboles	Número de árboles / superficie total	Número / m ²
		Tasa de cuerpos de agua	Superficie de agua / superficie total	%
		Tasa de espacio verde	Superficie vegetal / superficie	%
Tasa de sombra por vegetación		Superficie bajo la sombra de árboles / superficie total	%	
Fisiológico	Térmico	Sensación térmica	Sensación en un momento preciso	Frío - Neutro - Caliente
Psicosociológico	Apropiación	Frecuentación	Cantidad de tiempo “pasado” en el espacio	Horas / semana - día
		Uso	Tipo de actividad en realización	Descanso - Espera - Paso
		Percepción	Nivel de satisfacción del espacio	Agradable - Neutro - Desagradable
		Imagen	Positiva - Indiferente - Negativa	Positiva - Indiferente - Negativa
	Térmico	Vestimenta	Aislamiento de vestimenta	Clo
		Actividad	Actividad del metabolismo	Met

Fuente: Elaboración propia. Colaboración de Milton Perico.

cuenta, igualmente, la memoria térmica del individuo, la cual se va perdiendo en la medida que pasa el tiempo y la persona tiene un proceso de “aclimatación”. Por esta razón, es posible pensar que la adaptación psicológica (naturalidad, expectativas, tiempo de exposición, confort percibido y estímulo ambiental) está presente en la sensación térmica del individuo. Nikolopoulou y Steemers (2003) en sus estudios demuestran cómo la persona, pese a las inclemencias climáticas, modifica la manera como se viste y como usa el espacio en donde se encuentra.

Así, pues, 2) la relación entre confort, morfología y lugar de residencia está puesta en perspectiva por medidas hechas *in situ* y debe facilitar la identificación de un límite de confort térmico en espacios públicos. La subjetividad de la noción de confort térmico permite, entonces, determinar esos límites máximos y mínimos dependiendo las condiciones exteriores constructivas y climáticas. De esta manera, un primer análisis en Bogotá permite concluir que no hay un verdadero impacto de la temperatura seca y de la humedad relativa del aire, pues la radiación solar global no permite un sobrecalentamiento de las superficies urbanas. La multiplicidad de variables que intervienen en la comprensión del comportamiento térmico de la ciudad son insuficientes para describir las condiciones de confort térmico de los espacios públicos. Esto quiere decir que 3) la sola cuantificación del comportamiento climático del espacio público no representa nada en sí si no se correlaciona con las actividades humanas, así como con la cantidad de tiempo invertido en ese espacio público.

De otra parte, pruebas piloto de la encuesta y conversaciones espontáneas con diversas personas en Bogotá permiten inferir que el confort térmico no es un concepto al cual los ciudadanos estén habituados. El hecho resulta desconocido.

Los resultados de dichas pruebas indican hasta el momento que no hay observaciones significativas relativas al clima de Bogotá, puesto que esta ciudad tiene un clima moderado con variaciones fuertes entre el día y la noche. Dado que las pruebas fueron realizadas en días de lluvia, la sensación de confort de los encuestados se encontró en -1.0 (frío) de acuerdo a la escala de Fanger del PMV sin presentar grandes varianzas a causa del 1) aislamiento de la vestimenta y porque 2) las variaciones de temperatura en días de lluvia son menos acentuadas. Ahora bien, esto nos permite imaginar que las respuestas serán bastante diferentes en Cali y Barranquilla, donde los impactos de la radiación solar y la humedad son más fuertes.

Por último, el comportamiento térmico se convierte en herramienta de análisis, concepción y evaluación de los espacios públicos urbanos, no con el objetivo de limitar las posibles soluciones, sino para ampliar las posibilidades de diseño. De otra parte, podría transformarse en una herramienta de planificación urbana.

Bibliografía

Alcaldía de Bogotá e Ideam (2007). *Estudio de la caracterización climática de Bogotá y Cuenca alta del río Tunjuelito*. Bogotá, Colombia: Milenio Editores e impresores.

Adolphe, L. (1998). “Ambiances architecturales et urbaines”. En *Les Cahiers de la Recherche Architecturale*, (42/43), 1-22.

Berleant, A. (s/f.) Comunicación titulada “Aesthetic engagement and the human environment” presentada en el Coloquio internacional “Medioambiente, compromiso estético y espacio público” en Paris.

Bernatzky, A. (1982). "The contribution of trees and green spaces to a town climate". En Bitan, A. (ed.). *The impact of climate on planning and building. Proceedings of an International Symposium in Herzliya-on-Sea-Israel* (pp 301-310). Lausanne, Suiza: Elsevier Sequoia.

Boserup, E. (1965). *The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change under Population Pressure*. Londres, Inglaterra: Allen & Unwin

Choay F. (1965). *L'urbanisme, utopies et réalités*. Paris, Francia: Seuil.

Choisnel, E., y Vivier, J. F. (1994). "Les saisons météorologiques: le climat urbain les a-t-il masquées?". En *Les annales de la recherche urbaine Dossier: Les saisons dans la ville*, (61), 46-47.

Da Cunha, A.; Knoepfel, A.; Leresche, J. P. y Nahrath, S. (2005). *Enjeux du développement durable. Transformations urbaines, gestion des ressources et gouvernance*. Lausanne, Suiza: Presses polytechniques et universitaires romandes.

Domenach, H. y Picouet, M. (dir.). (1995). *Les Migrations, Collection "Que sais-je?"*. Paris, Francia: Presses Universitaires de France.

Duchêne-Marullaz P. (1980). *Recherche exploratoire en climatologie urbaine*. Nantes: Centre scientifique et technique du bâtiment-CSTB.

Escafre, F. (2000). *Gestion et aménagement des espaces publics dans le centre de Toulouse. Acteurs en enjeux*. Memoria de trabajo en Geografía. Universidad de Toulouse II-Le Mirail. Toulouse, Francia.

Falcón, A. (2007). *Espacios verdes para una ciudad sostenible. Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión*. Barcelona, España: Gustavo Gili.

Fernández, A. (2003). "Historia de los índices de confort térmico". En Rodríguez, M. (comp.). *Estudios de arquitectura bioclimática*, 5, 161-179. México D.F., México: Limusa S.A de C.V.

Gehl, J. y Gemzoe, L. (2002). *Nuevos espacios urbanos*. Barcelona, España: Gustavo Gili S.A.

Givoni, B. (1981). *Man, climate and Architecture*. Londres, Inglaterra: Applied science publishers Ltd.

Greco-Eat. y Eapb. (mand.) (2002). *SAGACités. Vers un Système d'Aide à la Gestion des Ambiances urbaines*. Rapport Final. Toulouse, Francia: (s/e).

Izard, J. L. (s/f.). *Microclimat urbains. Recueil de textes*. (Tomo I). Marseille, Francia: (s/e).

Izard, J. L. (s/f.). *Le confort thermique. Textes rassemblés*. Marseille, Francia: (s/e).

Merlin, P. (1994). *La croissance urbaine, Collection "Que sais-je?"*. Paris, Francia: Presses Universitaires de France.

Merlin, P. y Choay, F. (1988). *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*. Paris, Francia: Presses Universitaires de France.

Olgyay, V. (1968). *Clima y arquitectura en Colombia*. Cali, Colombia: Universidad del Valle.

Nikolopoulou, M. y Steemers, K. (2003). "Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces". En *Energy and Buildings*, 35(1), 95-101.

Penau, J.P. (s/f.). *Energétique et architecture urbaine. L'ajustement climatique dans les théories architecturales et urbaines*. (Tomo I). Nantes, Francia: (s/e).

- Perico, D. (2006). *La production de l'espace public urbain comme enjeu de liens sociaux. Le rôle des représentations dans la conception de l'espace public à Bogotá*. Memoria de Master en Geografía Urbana. Universidad de Toulouse II-Le Mirail. Toulouse, Francia.
- Puyo, F. (1992). Bogotá. Madrid, España: Mapfre S.A.
- Ramírez, J. (1995). *Concepción climática del espacio urbano. Guía para la concepción ambiental del espacio público en las diferentes zonas climáticas del territorio colombiano*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Desarrollo Económico de Colombia.
- Roselund, H. (2001). "Climatic design of buildings using passive techniques". En *Building Issues* 2000, 10 (1), 4-26
- Sacre, C. (s/f). *La notion de confort dans les espaces extérieurs*. Nantes, Francia: Centre scientifique et technique du bâtiment -CSTB.
- Sansot, P. (1995). *Jardins publics*. Paris, Francia: Payot.
- Steemers, K.; Baker, N.; Crowther, D.; Dubiel, J.; Nikolopoulou, M. y Ratti, C. (1997). "City texture end microclimate". En *Urban Design Studies*, 3, 25-49.
- Taha, H. (1997). "Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic Heat". En *Energy and Buildings*, 25 (2), 99-103.
- Thibaud, J. P. (2002). "Une approche des ambiances urbaines: les parcours commenté". En Jolé, M. (dir.). *Espaces Publics et cultures Urbaines. Actes du Séminaire du CIFP 2000-2002*. Paris, Francia: Ed. Certu.
- Tomas, F. (2001). "Du centre civique à l'espace public". En *Géocarrefour - Revue de Géographie de Lyon*, 76(1), 3-14.
- Toussaint, J. y Zimmermann, M. (2001). *User, observer, programmer et fabriquer l'espace public*. Lausanne, Suiza: Presses polytechniques et universitaires romandes.
- Vitruvio, M. (1995). *Los diez libros de arquitectura*. Madrid, España: Alianza.