



## ÁREA TEMÁTICA C. Regeneración, Rehabilitación y Renovación territorial y urbana como bases para un nuevo Desarrollo.

Evaluación de la justicia ambiental por distritos urbanos como base para un nuevo desarrollo. El caso de Barcelona

*Antonio Moreno Jiménez\**, *Antonio J. Palacios García\*\**, *Ana Mellado San Gabino\*\*\**

\* *Catedrático de Geografía Humana del Departamento de Geografía de la Universidad Autónoma de Madrid*

\*\* *Profesor Contratado Doctor del Departamento de Geografía de la Universidad Autónoma de Madrid*

\*\*\* *Licenciada en Ciencias Ambientales*

### RESUMEN

Esta comunicación tiene dos objetivos: a) analizar la exposición potencial de ciertos grupos vulnerables de la población a la contaminación atmosférica en la ciudad de Barcelona; b) proporcionar bases para el examen de las injusticias ambientales por distritos urbanos, dada su idoneidad para la gobernanza municipal. Se muestra qué grupos vulnerables y con qué intensidad están expuestos a la contaminación atmosférica y en qué distritos. Así, se exponen las inequidades ambientales, base de las políticas tendentes a corregirlas.

**Palabras clave:** justicia ambiental; grupos vulnerables; contaminación del aire; sistemas de información geográfica

### ABSTRACT

The present paper has two goals: a) to analyze certain vulnerable population groups potential exposition to air pollution in the city of Barcelona; b) to provide a basis for the study of environmental injustice by urban districts – a useful tool for municipal governance. It shows which vulnerable population groups are exposed to air pollution - and how intense this exposure is - in different districts. This serves as a basis for the discussion of the environmental injustices that should be corrected by policies.

**Keywords:** environmental justice; vulnerable population groups; air pollution; geographical information systems

## 1. INTRODUCCIÓN

Tal y como reza el enunciado del área temática en el que se inserta este trabajo, asistimos a un cambio de época en el que los retos ambientales requieren nuevas respuestas. Esto supone que debemos de conocer con la mayor rigurosidad posible los impactos que las actividades humanas están generando sobre el medio, pero también sobre el propio ser humano. Si las ciudades de los países desarrollados aglutinan hoy a aproximadamente una tercera parte de la población de dichos países, es más importante aún si cabe tener en cuenta los efectos negativos que sobre sus habitantes se producen.

En las últimas décadas ha ido creciendo una mayor concienciación pública y política por un desarrollo territorial más equilibrado, que aúne conceptos tales como la calidad de vida, el bienestar o la sostenibilidad. En este marco también se ha desarrollado el principio de justicia ambiental<sup>1</sup> que, aunque complejo, alude al necesario equilibrio que deben soportar todos los individuos frente a las “cargas” ambientales (peligros, degradación, insalubridad, contaminación, etc.).

Sin embargo, esto no resulta tarea fácil por cuanto existen diferencias intraurbanas, algunas de las cuales son la transcripción de la desigual composición social, que se concretan espacialmente en ámbitos segregados dentro de las ciudades contemporáneas. Puesto que esta segregación no suele ser homogénea para el conjunto de la población urbana, uno de los hechos más característicos de la configuración de las ciudades es la desigualdad que existe entre los diferentes grupos sociales expuestos a los riesgos ambientales con los cuales conviven (Egea *et al.*, 2008). Son, por tanto, los colectivos más sensibles o vulnerables a los impactos ambientales (como los niños, los ancianos o los inmigrantes) los que requieren un mayor grado de atención.

De acuerdo con estas premisas, esta comunicación se plantea con un doble objetivo: en primer lugar, abordar el análisis de la exposición potencial de ciertos grupos vulnerables de la población a la polución atmosférica en la ciudad de Barcelona; y en segundo término, proporcionar bases para el examen de las injusticias ambientales por distritos urbanos, dada su idoneidad para la gobernanza municipal. Con ello pretendemos poner el acento en la necesidad de un mejor conocimiento del espacio urbano, de cara a un desarrollo más equilibrado y justo para el conjunto de la sociedad.

## 2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

La ciudad objeto de estudio, Barcelona, capital de la Comunidad Autónoma de Cataluña, posee 1.611.622 habitantes (a 1 de enero de 2013) y una extensión de 98,21 km<sup>2</sup>. El municipio está dividido en diez distritos (Figura 1), aunque su área metropolitana está conformada por 36 municipios e incluye a una población que supera los 3,2 millones de habitantes. Tal y como realizamos en anteriores

---

<sup>1</sup> Para ampliar información sobre el concepto de justicia ambiental recomendamos la lectura de las obras de Walker, 2012, Arriaga y Pardo, 2011 y Moreno, 2010.

publicaciones (Vidal y Palacios, 2012), el ámbito de estudio utilizado ha sido la denominada “área urbana poblada (AUP)”, que es el espacio urbano caracterizado por la presencia de vivienda (tejido continuo y discontinuo) y también por usos del suelo no residenciales, pero sí de utilización habitual por parte de la población (e.g. deportivos, comerciales, recreativos, zonas verdes, etc.), y excluyendo otros usos, urbanos o no, con baja presencia humana.

En el espacio urbano barcelonés se ha aplicado una metodología basada en la utilización de diferentes fuentes, que han sido tratadas de formas diversas. Así, la información estadística demográfica, desagregada por secciones censales y distritos, procede del Padrón Municipal de Habitantes (PMH) referido al 1 de enero de 2011. Las pautas de distribución intraurbana de los colectivos vulnerables elegidos (niños de entre 0 y 4 años de edad, ancianos o personas de más de 80 años de edad e inmigrantes de países menos desarrollados, agrupados por continentes) han sido una de las facetas tenidas en cuenta para analizar las posibles injusticias ambientales.

El segundo de los componentes considerados ha sido la contaminación del aire. En este caso los datos proceden de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica (XVPCA), dependiente de la Direcció General de Qualitat Ambiental, Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya. Las estaciones utilizadas en este trabajo pertenecen al municipio de Barcelona, pero dado el número reducido de las mismas (6), también se han utilizado otras 6 provenientes de municipios limítrofes; todas están dentro de la zona 1 de calidad de aire, denominada Área de Barcelona, con una población de 2.858.770 habitantes según el Anuario Estadístico de Cataluña de 2010.

Las variables ambientales seleccionadas para este trabajo han sido la concentración media anual en la atmósfera de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y de partículas inferiores a 10 µm (PM<sub>10</sub>) en 2010. Los valores de referencia adoptados aquí para hablar de alta o baja polución han sido, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Unión Europea (UE) y a la normativa española, de 40 µg/m<sup>3</sup> para el NO<sub>2</sub>. Para el caso de las PM<sub>10</sub>, dada la discordancia en los límites admisibles entre ambas instituciones (40 y 20 respectivamente), se ha adoptado el de 30 µg/m<sup>3</sup>, como valor intermedio.

La estimación de la polución resulta un desafío complejo y se ha abordado con métodos varios, tal y como se desvela en los ensayos publicados (*vid.* Daly y Zannetti, 2007; Wheeler *et al.*, 2008; Wong *et al.*, 2004). En nuestro caso, el procedimiento adoptado constó de varias etapas (*vid.* Cañada *et al.*, 2014): a) análisis exploratorio espacial de los datos; b) análisis estructural de los mismos mediante el semivariograma e interpolación polinómica global de 1º, 2º y 3º grado, para detectar la posible anisotropía y tendencia espacial; c) ensayos de interpolación espacial mediante la media ponderada por el inverso de la distancia (IDW) y el Kriging ordinario (Cañada, 2007a y b; Krivoruchko, 2011).

Figura 1. División por distritos en Barcelona y área urbana poblada



Fuente: Ayuntamiento de Barcelona y elaboración propia

Finalmente, para estimar la posible justicia o injusticia ambiental se procedió a calcular la población de los grupos vulnerables expuestos potencialmente a una contaminación superior e inferior a los niveles de referencia, como indicadores sintéticos (*vid.* Moreno, 2012). Frente a otros análisis de la equidad ambiental que examinan y presentan los resultados para el conjunto de la ciudad como un todo (e.g. Moreno, 2007 y 2013; Moreno y Cañada, 2007), en el presente trabajo los datos de población (inicialmente por secciones censales) y de contaminación estimada (por píxeles de 50 metros) se han agregado y analizado por distritos municipales. Se obtuvieron así las cifras de población total y de grupos vulnerables por encima de los límites mencionados antes en toda la ciudad y en cada distrito. A efectos de comparación entre distritos se adoptaron como cifras de referencia los porcentajes de población total expuesta a alta polución en el conjunto de la ciudad (para cada contaminante). El análisis se ha basado en un indicador para cada grupo vulnerable  $g$  en cada distrito  $d$ ,  $\Delta_{gd}$ , construido así:

$$\Delta_{gd} = (PE_c \cdot 100 / P_c) - (PE_{gd} \cdot 100 / P_{gd})$$

Siendo  $PE_c$  la población total expuesta a polución por encima del límite normativo en la ciudad,  $P_c$  la población total de la ciudad,  $PE_{gd}$  la población del grupo vulnerable  $g$  en el distrito  $d$ , expuesta a una polución superior al nivel normativo, y  $P_{gd}$  la población total del grupo vulnerable  $g$  en el distrito  $d$ .

De esta forma, una diferencia nula implicaría que los residentes de un grupo dado,  $g$ , soportan en el distrito  $d$  una exposición similar a la del conjunto urbano. Las cifras positivas significarían que dicho grupo muestra una exposición inferior a la de la población de la ciudad y que, por tanto, está en una situación más favorable. Por el contrario, las diferencias negativas significarían que dicho grupo muestra en ese distrito una exposición superior a la de la población de la ciudad y que, por tanto, está en una situación más desfavorable; en este caso se podría interpretar como injusticia ambiental para los miembros de ese grupo en dicho distrito, lo que merecería ser valorado por políticos, expertos y ciudadanos.

### **3. RESULTADOS OBTENIDOS**

El resultado de justicia o de injusticia ambiental, por tanto, se deriva del cruce de dos variables. Por un lado, la calidad ambiental. En este sentido, habría que recordar que los contaminantes del aire son considerados como los mayores responsables de la carga ambiental negativa que soportan las ciudades. Por otro lado, la segunda variable a considerar es la relativa a la distribución intraurbana de los colectivos vulnerables. Así, de lo que se trata es de mostrar en qué distritos y en qué proporción hay una situación de mayor o menor exposición a una atmósfera contaminada o, dicho de otro modo, cuánto de “penalización ambiental” excesiva sufren dichos colectivos respecto al resto de habitantes de la ciudad.

#### **3.1. La exposición de los grupos de población vulnerables al dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) por distritos en la ciudad de Barcelona**

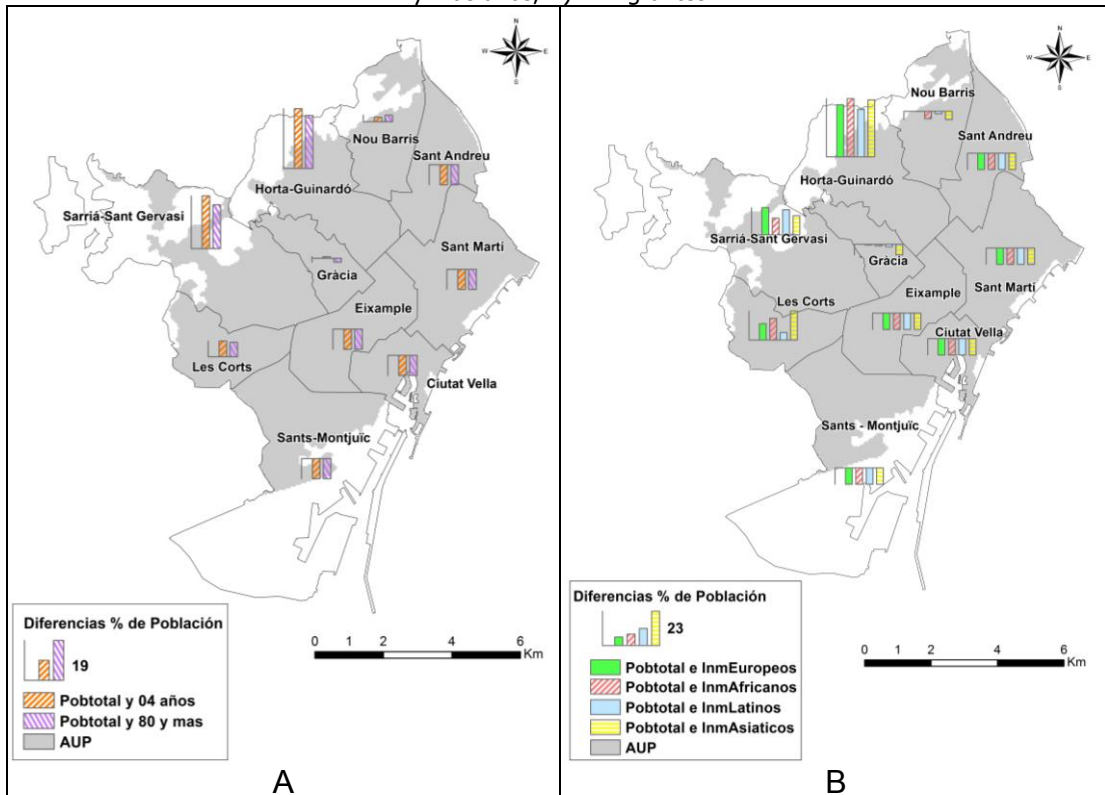
El grado de exposición potencial de la población total a las concentraciones de NO<sub>2</sub> superiores a 40 µg/m<sup>3</sup> en el conjunto de la ciudad es elevado, del orden del 87,24%. Sin embargo, afloran notables diferencias de exposición entre los diferentes distritos. Así, en los ubicados en la franja más próxima al mar (Ciutat Vella, Eixample, Sants-Montjuïc, Sant Andreu y San Martí) la totalidad de su población se encuentra expuesta a valores más elevados de contaminación<sup>2</sup>. Por otra parte, los distritos ubicados más hacia el interior, singularmente en la periferia oeste, presentan una menor exposición (Les Corts, Sarrià-Sant Gervasi, Gràcia, Horta-Guinardó y Nou Barris). Las razones que explican estas diferencias habría que relacionarlas con esa localización periférica y seguramente con la distribución de la renta per cápita en el municipio (a mayor renta, menor nivel de exposición).

La Figura 2 permite visualizar las disparidades existentes entre distritos para los grupos de edad de niños y ancianos por un lado, y para los grupos de inmigrantes por otro, en cuanto a exposición al NO<sub>2</sub>.

---

<sup>2</sup> Sin embargo, un análisis más detallado permite detectar que son los barrios de Gràcia y parte de Sant Gervasi, los que alcanzan los valores más altos de concentración de este contaminante. Se trata en ambos casos de áreas urbanas recorridas por grandes avenidas con tráfico muy intenso, como la Ronda General Mitre, Vía Augusta, Travessera de Dalt o la Avenida de la Diagonal (Cañada *et al.*, 2014: 330).

Figura 2. Exposición a niveles inaceptables de NO<sub>2</sub> en los distritos de Barcelona: A) Grupos de 0 a 4 años y 80 y más años; B) Inmigrantes



Fuente: Elaboración propia a partir de datos procedentes del Instituto Nacional de Estadística (INE)

En el lado izquierdo (A) de la Figura 2 se constata que en los distritos ubicados en la franja noreste-suroeste (más próximos al mar) las barras de ambos grupos de edad (niños y ancianos) quedan de forma notable por debajo de la línea horizontal que marca la equi-exposición. Es decir, los porcentajes de exposición de estos grupos son superiores al porcentaje de la ciudad. Es por ello que en estos distritos (Sant Andreu, San Martí, Eixample, Ciutat Vella y Sants-Montjuïc), tanto los niños como los ancianos soportan una carga ambiental por NO<sub>2</sub> proporcionalmente superior a la carga estimada para toda la ciudad de Barcelona. Ello refleja una 'penalización', por excesiva exposición, en este conjunto de distritos donde los niños de edades comprendidas entre los 0 y 4 años y los ancianos de más de 80 años se verían más afectados por el contaminante que el total poblacional.

Por otro lado, el conjunto de distritos localizados hacia el oeste (Les Corts, Sarriá-Sant Gervasi, Gràcia, Horta-Guinardó y Nou Barris) muestra que las barras de ambos grupos de edad están muy por encima de la línea horizontal de equi-exposición, lo que indica una sub-exposición al contaminante con respecto a la población total de Barcelona. Por tal razón, en estos distritos los grupos vulnerables de estudio se ven favorecidos por una menor exposición proporcional a concentraciones de NO<sub>2</sub> por encima del umbral permitido. No obstante, hay diferencias significativas entre unos lugares y otros. Así, la sub-exposición es más elevada en los distritos occidentales de Sarriá-Sant Gervasi y Horta-Guinardó, dándose en mayor medida en niños que en ancianos. Por otro lado, encontramos a los distritos de Nou Barris y de Gràcia, en los cuales las exposiciones de los grupos vulnerables son muy análogos al valor porcentual de la ciudad. Si bien en

el segundo existe cierta disparidad entre el grupo de ancianos (ligeramente sobre-expuestos al contaminante) y el grupo de niños (ligeramente favorecido con una sub-exposición).

En definitiva, el análisis realizado muestra evidentes diferencias en cuanto a la exposición de los grupos de edad en función de su localización intraurbana. Así, los niños y ancianos de los distritos de Sant Andreu, San Martí, Eixample, Ciutat Vella y Sants-Montjuïc sufren una penalización no equitativa, por excesiva exposición al contaminante. Por el contrario, los distritos de Les Corts, Sarrià-Sant Gervasi, Gràcia, Horta-Guinardó y Nou Barris se muestran notablemente favorecidos en algunos casos, y de forma más ligera en otros, por tener una menor 'carga', siempre en términos comparativos. Las razones de esta distribución podrían ser varias. Por un lado, la topografía de la ciudad y la influencia de la Sierra de Collserola, junto con el predominio de los vientos de componente norte, propician la dispersión del contaminante en el sentido del eje de máxima continuidad espacial (Cañada *et al.*, 2014: 328). Por otro, las emisiones de los vehículos, que son más intensas en el interior urbano, la existencia en la periferia de mayor cantidad de zonas verdes y de otro patrón urbanístico, o la influencia marítima, también podrían ser razones a considerar en función del distrito.

En lo que respecta a los cuatro grupos de inmigrantes extranjeros (Figura 2B) el patrón general de sobre y sub-exposición en la ciudad es bastante concordante con el anterior. No obstante, existen diferencias en los distritos de Nou Barris y de Gràcia, en los cuales se observa una ligera sobre-exposición de algunos de los inmigrantes extranjeros al NO<sub>2</sub>. En ambos casos, los cuatro grupos se ven desfavorecidos teniendo una 'carga' un poco superior a la del total de población de la ciudad, siendo el grupo de inmigrantes asiáticos el más alejado de la equi-exposición. Por su lado, en los distritos de la franja oriental y costeros (Sant Andreu, Sant Martí, Ciutat Vella, Sants-Montjuïc y Eixample), también hay una sobre-exposición, pero más intensa y similar, entre los cuatro grupos de inmigrantes analizados.

Por el contrario, los distritos periféricos del arco noroeste-oeste (Horta-Guinardó, Sarrià-Sant Gervasi y Les Corts) muestran una sub-exposición notable de estos grupos. Aunque hay desigualdades en los niveles de exposición (los inmigrantes latinos se ven menos favorecidos en el caso de Les Corts y Horta-Guinardó que el resto de grupos), en general, en todos ellos el grado de exposición de los inmigrantes extranjeros es menor, y por tanto más favorable, en relación al valor porcentual de la población total.

En resumen, en cinco de los diez distritos barceloneses está presente una clara desventaja o no equidad por excesiva carga ambiental de NO<sub>2</sub> para los inmigrantes extranjeros. Se trata tanto de distritos costeros, como interiores, pero básicamente de la llanura litoral. Por su parte, las situaciones de menor exposición comparativa (i.e. beneficio relativo), solo aparecen en tres distritos interiores. Estas discrepancias están relacionadas, sin lugar a dudas, con los patrones de distribución intraurbana específicos que tienen cada uno de los colectivos de inmigrantes extranjeros analizados.

### **3.2. La exposición de los grupos de población vulnerables a las partículas atmosféricas (PM<sub>10</sub>) por distritos en la ciudad de Barcelona**

El grado de exposición potencial de la población total a las concentraciones de PM<sub>10</sub> superiores a 30 µg/m<sup>3</sup> es menos elevado en el conjunto de la ciudad con respecto a los datos del anterior contaminante: 58,16%. Sin embargo, hay diferencias significativas nuevamente entre distritos (Figura 3), tanto en los grupos de edad (A), como en el colectivo de inmigrantes (B).

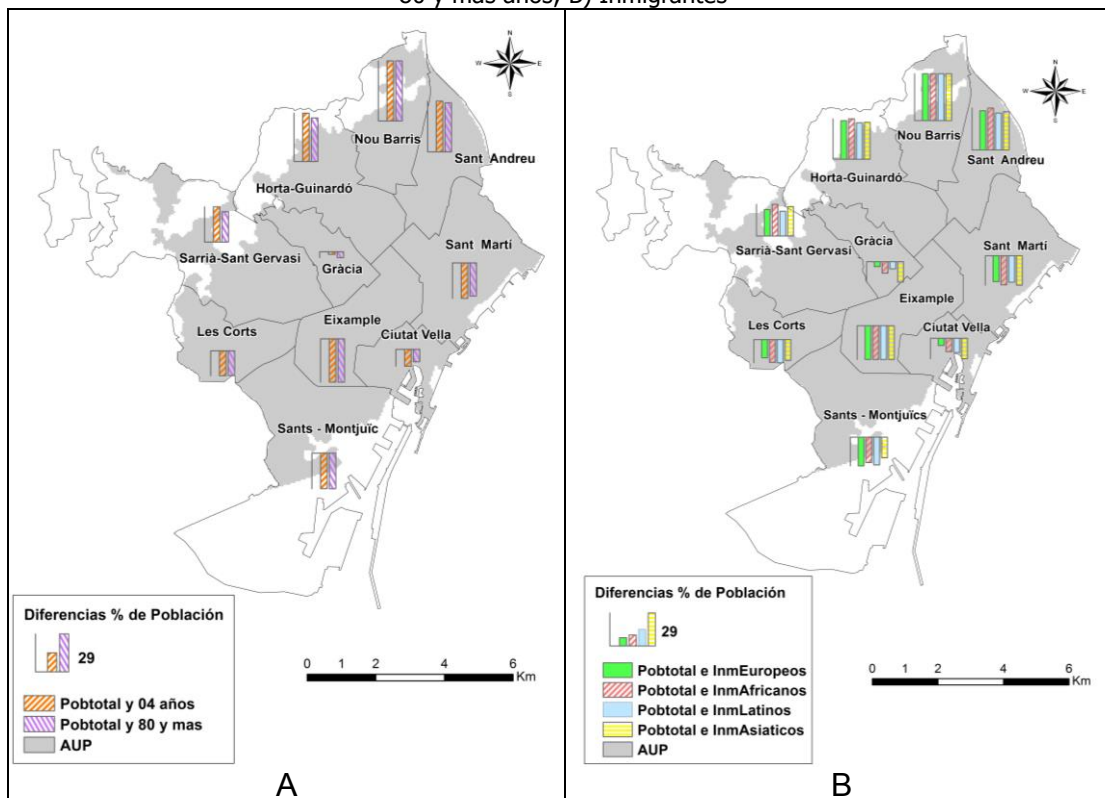
Como se puede observar en ambos mapas, las diferencias contraponen los distritos más septentrionales, de carácter más interior y urbanismo periférico, y los más meridionales, de carácter costero y pertenecientes a zonas urbanas bajas. Así, los distritos de Nou Barris, Sant Andreu, Horta-Guinardó y Sarrià-Sant Gervasi muestran una exposición al contaminante marcadamente inferior de la observada en el total de la ciudad (diferencias positivas). Es decir, tanto los grupos de edad estudiados (niños y ancianos), como los inmigrantes extranjeros se ven “favorecidos” en cuanto a su relación con este contaminante. Las razones que lo explicarían podrían ser vinculadas con el propio carácter del contaminante (PM<sub>10</sub>), que tiende a situarse en las zonas de menor altitud y en extensiones llanas de terreno que facilitan la acción del viento y la dispersión del mismo. Esto se traduciría en una menor concentración en estas áreas periféricas puesto que tienen una mayor influencia de la sierra y están situadas a una mayor altitud.

Por su parte, los distritos de la llanura costera (como Sant Martí, Ciutat Vella, Eixample, Gràcia, Les Corts y Sants-Montjuïc), situados en el arco noreste-sur-suroeste, presentan una clara sobre-exposición (diferencias negativas con respecto al valor observado en la ciudad) al contaminante, tanto en los grupos de edad, como en el colectivo de inmigrantes extranjeros. Sin embargo, ello no obsta para que nuevamente existan diferencias entre distritos. Así, los distritos de Gràcia y de Ciutat Vella presentan, para los grupos de edades vulnerables, una menor sobre-exposición con respecto al valor porcentual total, siendo muy exigua en el primero de ellos. Los resultados ‘penalizan’ algo al grupo de ancianos en el caso de Gràcia mientras que en el caso de Ciudad Vella los niños aparecen más desfavorecidos en comparativa. Respecto a los cuatro grupos de extranjeros, los inmigrantes asiáticos tienden a estar más penalizados en ambas demarcaciones. Los restantes distritos de este gran grupo presentan una exposición al contaminante claramente superior a la observada en la ciudad (diferencias negativas). Esa discriminación negativa exhibe niveles parecidos en los cuatro grupos de inmigrantes. Es decir, en la comparativa entre los dos grupos de edad y los cuatro grupos de extranjeros, los resultados para este contaminante son bastante similares y negativos con respecto al valor poblacional total.

Estos hallazgos se podrían vincular a una mayor intensidad de tráfico, a las elevadas densidades edificatorias y poblacionales y a una disminución de las zonas verdes del interior. Además, los distritos se ubican en zonas llanas lo que facilita la acción del viento y la dispersión de polvo en la atmósfera.



Figura 3. Exposición a niveles inaceptables de PM<sub>10</sub> en los distritos de Barcelona: A) Grupos de 0 a 4 años y 80 y más años; B) Inmigrantes



Fuente: Elaboración propia a partir de datos procedentes del Instituto Nacional de Estadística (INE)

En definitiva, en el conjunto de la ciudad afloran desigualdades notorias en lo que respecta a la exposición potencial a concentraciones elevadas de partículas atmosféricas (PM<sub>10</sub>). Todos los grupos vulnerables aparecen penalizados comparativamente en los distritos costeros, orientales y meridionales. En el otro extremo estarían los grupos que residen en los distritos del arco periférico noreste-oeste, donde hay una fracción significativa de espacio y población que tiene unos niveles de exposición más favorables.

#### 4. CONCLUSIONES

Tal y como aparece en el área temática en el que se inscribe esta comunicación, las bases para un nuevo desarrollo deberían pasar necesariamente por un diagnóstico más certero de las injusticias ambientales presentes en las ciudades actuales. Parece lógico pensar que las decisiones públicas deben sustentarse en el conocimiento de la problemática a resolver.

Asumiendo que el principio de la justicia ambiental implica un reparto proporcionalmente equilibrado entre territorios y ciudadanos de amenazas ambientales como la excesiva contaminación, esta comunicación ha pretendido poner de manifiesto que, en el caso de la ciudad de Barcelona, existe injusticia ambiental, o lo que es lo mismo, desigual exposición potencial de la población al aire contaminado del entorno donde reside.

La evaluación se ha realizado aquí confrontando dos fenómenos. Por un lado, la calidad ambiental. Puesto que los contaminantes del aire son considerados como los mayores responsables de la carga ambiental negativa que soportan las ciudades, se han utilizado los niveles de contaminación inadmisibles de dos sustancias contaminantes. Por otro, la distribución intraurbana de los colectivos más sensibles o vulnerables. El resultado es el grado de exposición potencial a concentraciones elevadas de dichos colectivos. En este sentido, en Barcelona se evidencian desigualdades notables por distritos y contaminantes. A grandes rasgos, son los distritos periféricos más cercanos a la Sierra de Collserola los que más “benefician” comparativamente a ciertos grupos vulnerables. Y al contrario, están más “penalizados” los residentes en los distritos de la llanura próxima al mar.

Finalmente procede subrayar que con este trabajo se ha pretendido ilustrar una metodología que, a partir de las estimaciones sobre la contaminación urbana, la localización y la exposición potencial de los colectivos humanos más sensibles, avance hacia un conocimiento más completo del territorio, desvelando posibles injusticias ambientales. De este modo, entendemos que se puede ayudar, de una forma más rigurosa, a la toma de decisiones urbanas, sentando además unas bases más sólidas y amplias de cara a un nuevo desarrollo atento a principios como los de sostenibilidad y equilibrio territorial.

## **NOTAS**

Este trabajo se ha elaborado dentro del proyecto de investigación «Contaminación atmosférica urbana y justicia ambiental: metodología de evaluación y estudio de casos con sistemas de información geográfica», financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España, referencia CSO2011-26177.

## BIBLIOGRAFÍA

ARRIAGA, A., PARDO, M. (2011): "Justicia ambiental. El estado de la cuestión", *Revista Internacional de Sociología*, 69 (3), pp. 627-648.

CAÑADA, R. (2007a): "Técnicas de interpolación espacial deterministas y exactas: media ponderada por el inverso de la distancia y funciones de base radial", En MORENO, A. (Coord.): *Sistemas y análisis de la información geográfica*. Madrid, Ra-Ma, pp. 781-809.

CAÑADA, R. (2007b): "Técnicas de interpolación geoestadísticas: Kriging ordinario", En MORENO, A. (Coord.): *Sistemas y análisis de la información geográfica*. Madrid, Ra-Ma, pp. 823-853.

CAÑADA, R., MORENO, A. y GONZÁLEZ, H. (2014): "Modelado de la calidad del aire urbano. Un experimento metodológico con técnicas interpolación espacial", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 65, pp. 317-342.

DALY, A. y ZANNETTI, P. (2007): "Air pollution modeling – An overview", In ZANNETTI, P., AL-AJMI, D. y AL-RASHIED, S. (Eds.). *Ambient air pollution*, Chapter 2. The Arab School for Science and Technology (ASST) and The EnviroComp Institute.

EGEA, C., NIETO, J., DOMÍNGUEZ, J. y GONZÁLEZ, R. (2008): *Vulnerabilidad del tejido social de los barrios desfavorecidos de Andalucía. Análisis y potencialidades*, Centro de Estudios Andaluces. Consejería de Presidencia, Sevilla.

KRIVORUCHKO, K. (2011): *Spatial statistical data analysis for GIS users* (DVD-ROM), Esri Press.

MORENO, A. (2007): "¿Está equitativamente repartida la contaminación sonora urbana? Una evaluación desde el principio de justicia ambiental en la ciudad de Madrid", *Estudios Geográficos*, 263, pp. 595-626.

MORENO, A. (2010): "Justicia ambiental. Del concepto a la aplicación en análisis de políticas y planificación territoriales", *Scripta Nova*, XIV, 316, 33. <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-316.html>

MORENO, A., (2012): "Evaluación de la justicia ambiental con sistemas de información geográfica", En MORENO, A., BUZAI, G. D. y FUENZALIDA, M. (Eds.), *Sistemas de información geográfica. Aplicaciones en diagnósticos territoriales y decisiones geoambientales*, Madrid, Ra-Ma, pp. 173-202.

MORENO, A. (2013): "Población y polución atmosférica intraurbana por dióxido de nitrógeno en Madrid: análisis desde la justicia ambiental basado en sistemas de información geográfica", *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, 52, 1, pp. 84-107.

MORENO, A. y CAÑADA, R. (2007): "Justicia ambiental y contaminación atmosférica por dióxido de azufre en Madrid: análisis espacio temporal y valoración con sistemas de información geográfica", *Boletín de la AGE*, 44, pp. 301-324.

VIDAL, M<sup>a</sup> y PALACIOS, A. (2012): "Apuntes metodológicos para el estudio de las desigualdades sociodemográficas intraurbanas", En REQUES, P.; DE COS, O. (Eds.) *La población en clave territorial. Procesos, estructuras y perspectivas de análisis*, Actas del XIII Congreso de la Población Española, Ministerio de Educación y Competitividad, pp. 457-464.

WALKER, G. (Ed.) (2012): *Environmental justice: concepts, evidence and politics*, London, Routledge.

WHEELER, A.J., SMITH-DOIRON, M., Xu, X., GILBERT, N.L. y BROOK, J. R. (2008): "Intra-urban variability of air pollution in Windsor, Ontario - measurement and modeling for human exposure assessment", *Environ Res*, 106(1), pp. 7-16.

WONG, D., YUAN, L. y PERLIN, S.A. (2004): "Comparison of spatial interpolation methods for the estimation of air quality data", *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 14(5), pp. 404-415.