



Salud Pública de México

ISSN: 0036-3634

spm@insp.mx

Instituto Nacional de Salud Pública

México

Burton, Adrian

¿Alguna vez llega realmente a despejarse el humo? La exposición al humo de tercera mano suscita  
nuevas preocupaciones

Salud Pública de México, vol. 53, núm. 3, mayo-junio, 2011, pp. 265-270

Instituto Nacional de Salud Pública

Cuernavaca, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10619766011>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# ¿Alguna vez llega realmente a despejarse el humo?

## La exposición al humo de tercera mano suscita nuevas preocupaciones

Tal vez usted nunca haya oído hablar de humo de tercera mano, o HTM, pero es probable que sí lo haya oido. El HTM es, según palabras de *The New York Times*, "la mezcla de gases y partículas que se pegan al cabello y a la ropa de los fumadores, por no mencionar a los cojines y tapetes, la cual permanece mucho después de que se ha despejado de una habitación el humo de segunda mano [HSM]."<sup>1</sup> La reciente investigación sobre los peligros potenciales del HTM ha recibido una oleada de cobertura en los medios internacionales de comunicación<sup>2,3,4</sup>

y en la prensa científica.<sup>5,6,7</sup> Y en Estados Unidos están comenzando a surgir juicios en los que los demandantes citan estos presuntos peligros,<sup>8,9</sup> pese a la falta de estudios sobre los efectos a largo plazo de la exposición al HTM sobre la salud humana.

De cualquier modo, ¿qué tan peligroso es realmente el HTM? La respuesta está aún por pronunciarse y dependerá de muchos factores.

### Breve historia del HTM

El HTM fue tema de interés mucho antes de recibir su nombre actual.

**El humo de tercera mano está constituido por contaminantes residuales del humo del tabaco que 1) permanecen en las superficies y en el polvo después de que se ha fumado el tabaco, 2) son emitidos de regreso a la fase gaseosa, o 3) reaccionan con los oxidantes y otros compuestos en el medio ambiente y producen contaminantes secundarios.**

La semilla de la idea de que las sustancias tóxicas del humo del cigarrillo pudieran permanecer en las superficies de las habitaciones y los autos muchos después de que se despejara el humo se plantó en 1953, cuando se reportó que el condensado de humo aplicado como pintura a ratones causaba cáncer.<sup>10</sup>

En 1991 se encontró por primera vez que el polvo de los hogares de los fumadores estaba contaminado con nicotina.<sup>11</sup> Más tarde, en 2004, se cuantificó la nicotina en el polvo de los hogares de los no fumadores y en hogares en los que las madres habían fumado en la casa en los 3 meses anteriores.<sup>12</sup> En los hogares con mayor exposición al HSM, en los cuales las madres fumaban en áreas donde estaban presentes sus hijos, la nicotina en el polvo alcanzaba un promedio de  $64.0 \mu\text{g}/\text{m}^2$  en las salas de estar y de  $15.8 \mu\text{g}/\text{m}^2$  en las habitaciones de los bebés. Las superficies de las salas de estar y de las habitaciones de los bebés presentaban capas de nicotina de un promedio de  $73.05 \mu\text{g}/\text{m}^2$  y de  $56.26 \mu\text{g}/\text{m}^2$ , respectivamente. El mismo estudio demostró que el polvo y las superficies en los hogares en los que los fumadores habían intentado limitar la exposición de sus hijos (por ejemplo, fumando afuera en ocasiones) también estaban contaminados, aunque en menor grado. Sin embargo, no se encontró nicotina en el polvo ni en las superficies de los hogares que nunca habían estado expuestos al humo del tabaco.<sup>12</sup>

En 2008 se reportaron hallazgos similares en los autos.<sup>13</sup> Se detectaron cantidades significativamente mayores en el polvo (media de  $19.51 \mu\text{g}/\text{g}$ ) y en los tableros (media de  $8.61 \mu\text{g}/\text{m}^2$ ) de 78 vehículos pertenecientes a personas que fumaban en sus vehículos que en el polvo (media de  $3.37 \mu\text{g}/\text{g}$ ) y en los tableros (media de  $0.06 \mu\text{g}/\text{m}^2$ ) de 20 vehículos de no fumadores. Ocho fumadores habían impuesto una prohibición de fumar

en sus vehículos durante por lo menos 12 meses. No obstante, sus vehículos estaban contaminados con nicotina (media de 11.61 µg/g en el polvo y de 5.09 µg/m<sup>2</sup> en el tablero). Los autores señalan, sin embargo, que los autos pueden haberse contaminado con humo que entró en los autos desde fuera y que quizás no se cumplió el 100% del tiempo con las prohibiciones de fumar.

Un estudio de 2010 demostró que el HTM también permanece después de que los fumadores se mudan de sus hogares, incluso cuando éstos han estado vacíos dos meses y están siendo preparados para los nuevos residentes, en ocasiones con nueva pintura y nuevas alfombras.<sup>14</sup> Mientras tanto, otras investigaciones han confirmado que algunos compuestos del humo se adsorben en las superficies y después, con el tiempo, se desorben y se reincorporan al aire, constituyendo una fuente de sustancias tóxicas del tabaco que permanece mucho tiempo después de que se ha terminado de fumar.<sup>15,16</sup>

Posiblemente el término *humo de tercera mano* apareció impreso por primera vez en 2006,<sup>17</sup> pero se hizo más conocido en 2009 cuando Jonathan Winickoff, profesor adjunto de pediatría de la Escuela de Medicina de Harvard, y sus colegas lo utilizaron en un artículo publicado en *Pediatrics*.<sup>18</sup> En ese trabajo, los investigadores reportaron que 65.2% de los no fumadores y 43.3% de los fumadores consideraban que el HTM podía dañar a los niños y que estas creencias se asociaban independientemente a la imposición de las prohibiciones de fumar dentro de la casa. Los autores también escribieron que el enfatizar los daños potenciales del HTM a la salud de los niños podría ser un factor importante para alentar a los padres a no fumar cerca de sus hijos.

Un nuevo desarrollo surgió cuando Mohamad Sleiman, químico de la

División de Tecnologías Energéticas Ambientales del Departamento del Medio Ambiente de Interiores del Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley (en inglés, LBNL), y sus colegas reportaron que la nicotina adsorbida en las superficies reaccionaba con el ácido nitroso, un contaminante ambiental que se encontró en el escape del vehículo y que producen las estufas de gas sin ventilación adecuada y la combustión del tabaco, y formaban nitrosaminas (TSNA) específicas del tabaco, incluyendo 1-(N-metil-N-nitrosamina)-1-(3-piridinil)-4-butanol (NNA), 4-(N-nitrosometilamina)-

1-(3-piridilo)-1-butanona (NNK) y N-nitrosonornicotina (NNN).<sup>19</sup> Hay algunas evidencias de que el NNA es mutagénico.<sup>20</sup> La NNK y el NNN están clasificados por la Agencia Internacional de Investigación sobre Cáncer como carcinógenos humanos,<sup>21</sup> y el Programa Nacional de Toxicología considera que es razonable anticipar que efectivamente lo sean.<sup>22</sup>

Posteriormente, en 2010, Sleiman *et al.* reportaron que el ozono, otro contaminante ambiental de interiores, reaccionó con unos 50 compuestos del HSM produciendo partículas ultrafinas de menos de 100 nm, cuya com-



#### Recuadro I

##### Cálculo de la exposición

**NNA absorbido en el papel del filtro = 5 ng/cm<sup>-2</sup>**

**Área de la mano del pasajero = 160 cm<sup>2</sup>**

**Si se desliza la palma de una mano por el tablero presionando firmemente, podrían recogerse 5 × 160 = 800 ng de NNA, suponiendo que la mano lo recoja todo**

**Suponiendo que se deslice la mano por una franja de 1 m del tablero.** Considerando una anchura promedio de la mano de 10 cm, esto equivale a 10 veces la palma de la mano presionada contra superficies similares al tablero. Un pasajero podría recoger 10 × 800 = 8 000 ng (o 8 µg) de NNA.

**Para la NNK, divídase esta cifra entre 5** (únicamente se encontró 1 ng/cm<sup>-2</sup> de NNK en el tablero): 8/5 = 1.6 µg

Suponiendo que el pasajero pesa 80 kg, las dosis potenciales recibidas son:

**NNA:** 8 µg sobre 80 kg de peso corporal = 0.1 µg/kg por 3 días o 0.033 µg/kg/día

**NNK:** 1.6 µg sobre 80 kg de peso corporal = 0.02 µg/kg por 3 días, o 0.0066 µg/kg/día

posición está aún por determinarse.<sup>23</sup> Se cree que los efectos de las partículas ultrafinas varían dependiendo de su composición y sus características, pero es probable que su tamaño tan pequeño facilite su captación y distribución por todo el cuerpo a sitios objetivo potencialmente sensibles incluyendo la médula ósea, los nodos linfáticos, el bazo, el corazón y el sistema nervioso central.<sup>24</sup>

Sleiman *et al.* también especularon que estas partículas ultrafinas pueden llegar a depositarse en las superficies y después volver a suspenderse en el aire.<sup>23</sup> En el mismo año, otro equipo de investigadores proporcionó los primeros datos cuantitativos preliminares que demuestran que justo eso hacían las partículas, si bien alcanzaban concentraciones en el aire apenas 100 veces menores que los niveles en el HSM.<sup>25</sup>

Hacia finales del 2010, una vez establecida la denominación *humo de tercera mano*, los investigadores comenzaron a definir así el fenómeno: "El humo de tercera mano está constituido por los contaminantes residuales del humo de tabaco que permanecen en las superficies y en el polvo una vez que se ha fumado el tabaco y son emitidas de regreso a la fase gaseosa o reaccionan con los oxidantes y otros compuestos en el medio ambiente produciendo contaminantes secundarios", dice Sleiman.

## Cálculos

Si bien ha aumentado la preocupación en el sentido de que el HTM podría constituir un riesgo para la salud, aún queda por demostrarse formalmente que es dañino. Los artículos de Sleiman *et al.*<sup>19,23</sup> se centraban en la química; no estudiaron las implicaciones para la salud. Sin embargo, las cifras reportadas en su artículo sobre el ácido nitroso y el TSNA<sup>19</sup> permiten hacer un cálculo rápido que proporciona un punto de

partida para los debates sobre el potencial del HTM de provocar daños.

En este trabajo, Sleiman y sus colegas tomaron muestras del interior de un viejo camión de redillas cuyo propietario fumaba típicamente más de 10 cigarrillos al día dentro del vehículo. Colocaron un parche de papel filtro en el tablero; tres días después, cuando el propietario hubo fumado igual que siempre, quitaron el parche de papel filtro y también tomaron una muestra de la puerta de acero inoxidable de la guantera con un paño húmedo. Se analizaron tanto el papel filtro como las muestras en el paño húmedo y se demostró que los niveles de ácido nitroso en el ambiente eran capaces de producir TSNA mediante su reacción con la nicotina. No se detectó ninguna NNN, pero el filtro arrojó valores de alrededor de 1 ng/cm<sup>2</sup> para la NNK y de 5 ng/cm<sup>2</sup> para el NNA. La puerta de la guantera arrojó unos 0.2 ng/cm<sup>2</sup> de NNK y 1.0 ng/cm<sup>2</sup> de NNA.

Considerando los resultados del papel filtro para el camión y tomando en cuenta muchos supuestos, surge un cálculo de la exposición potencial (recuadro 1). En este momento, una estimación del riesgo de cáncer de esta exposición sería especulativa: no se dispone de ningún factor potencial de cáncer (en inglés, CPF) para el NNA,<sup>19</sup> y el CPF para la NNK se refiere a una combinación de cánceres de pulmón, páncreas, hígado y nariz asociados a una exposición oral durante toda una vida, es decir, 70 años.<sup>26</sup> Sleiman y sus colegas advierten además que una importante limitación del cálculo del recuadro 1 es el supuesto de que el 100% de la NNK y del NNA en la superficie de la mano es absorbido en el cuerpo y/o ingerido.

Pero si bien las cifras predichas claramente podrían ser menores, Sleiman dice que por lo menos algunas de las cifras de insumo parecen ser razonables. Señala: "Las cantidades de TSNA en el papel fueron solamente las que se recogieron después de tres días

de que una persona fumó diez cigarrillos al día. ¿Cuánto más se podría haber acumulado después de meses de que posiblemente más de un fumador fuma más de diez cigarrillos al día?"

"Los distintos materiales absorben cantidades diferentes de nicotina [y por lo tanto producen cantidades diferentes de TSNA]", añade el coautor Hugo Destaillats, también del LBNL. "Únicamente examinamos el papel y el acero inoxidable; otros materiales en los autos y en los hogares absorben cantidades distintas." Por ejemplo, la lana, el algodón, la seda, el lino, el acetato y el poliéster absorben compuesto del HSM,<sup>27,28</sup> y se ha reportado que la nicotina es absorbida por las alfombras y los paneles de yeso en cantidades 2 a 3 veces mayores que lo que podría serlo por la puerta de acero inoxidable de la guantera del camión de redillas.<sup>29</sup>

Es más, si bien típicamente los niveles de ácido nitroso llegan a 5–15 ppb por volumen en los interiores y a 30 ppb por volumen en los vehículos, se han llegado a medir concentraciones de hasta 100 ppb por volumen en interiores.<sup>30</sup> Además, el ácido nitroso sufre una fotodescomposición durante el día, de modo que las concentraciones podrían ser especialmente altas en la noche en las ciudades contaminadas, según especula la coautora Lara Gundel, igualmente investigadora del LBNL; la producción de TSNA podría incrementarse con concentraciones más elevadas de ácido nitroso.

Gundel añade que el HSM contiene muchos más compuestos tóxicos y carcinógenos —como benzo[a]pireno, 1,3-butadieno, benceno, formaldehido, cadmio, arsénico y plomo— que los investigadores no tomaron en cuenta en sus estudios." "Junto con la NNK y otros TSNA, podrían incrementar los peligros de los residuos de humo de tercera mano", dice Gundel. Es más, comenta, el CPF dérmico para al menos un compuesto del HSM —el benzo[a]pireno— es

de hecho unas 15 veces más alto que para su equivalente oral.<sup>31</sup>

A Winickoff le preocupa que los niños pequeños puedan estar particularmente expuestos y sean más susceptibles a las sustancias tóxicas del HTM. "Los bebés gatean sobre las superficies contaminadas, las tocan y se meten cosas en la boca, y se sabe que consumen hasta un cuarto de gramo por día de polvo, el doble que los adultos", señala. Por lo tanto, podrían estar recibiendo dosis mucho más elevadas de sustancias tóxicas del humo de tercera mano que los niños mayores y los adultos." Gundel también sugiere que el personal de limpieza de los hoteles donde se permite fumar podría estar altamente expuesto al HTM, por ejemplo, al manipular la ropa de cama contaminada con HTM.

#### **¿Se exagera?**

Es claro que no necesariamente se dan los peores casos incluidos en el recuadro 1. Michael Siegel, profesor de ciencias de la salud comunitaria de la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Boston, observa que no hay evidencias de que el 100% de la NNK recogida por la superficie de la mano se absorba en el cuerpo y/o sea ingerida. Argumenta además que "La fuente más probable de exposición humana significativa —la ingestión— solamente sería un problema importante en el caso de los bebés y el periodo durante el cual se presentan niveles altos de ingestión

de sustancias químicas en las manos es aproximadamente de sólo un año (si bien Gundel señala que el cónyuge de una persona que fuma ciertamente podría verse expuesto o expuesta durante 50 años de matrimonio).

Una consideración más importante, sugiere Siegel, es si la amenaza potencial que plantea el HTM incrementa o no en un grado significativo los peligros del tabaquismo y de la exposición al HSM. Aquellos fumadores que se ven expuestos al HTM en las superficies después de haber dejado de fumar ya se han visto expuestos muchas veces a las cantidades de las mismas sustancias químicas mediante el acto mismo de fumar, explica. De manera similar, los no fumadores expuestos al HSM —incluyendo a los hijos de fumadores— también reciben cantidades mucho mayores de NNK y de otras sustancias tóxicas al inhalar el humo que a través del HTM. "Esto hace que cualquier pequeño incremento de la exposición al NNK resulte insignificante", dice Siegel.

Siegel considera que un problema potencialmente significativo es el de si podría o no darse una exposición considerable a los componentes tóxicos del HTM como resultado del humo absorbido por la ropa de un fumador. "Es importante preguntarnos esto porque determina si los fumadores que únicamente fuman fuera de la casa ponen o no potencialmente en riesgo a sus hijos", dice. "La investigación que se requiere es un estudio para determinar el nivel

de exposición de los bebés a los carcinógenos en ambientes en que los padres fuman únicamente fuera de la casa."

No será muy difícil encontrar sujetos para esta investigación. Los datos obtenidos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de 2007–2008 indican que más de la mitad de los niños de Estados Unidos de 3 a 19 años de edad, es decir, unos 32 millones de niños, están expuestos al HSM.<sup>32</sup> Globalmente hablando, se calcula que un 40% de los niños, un 35% de las mujeres no fumadoras y un 33% de los hombres no fumadores están expuestos regularmente al HSM.<sup>33</sup>

#### **Más allá del humo**

Refiriéndose al artículo de Sleiman *et al.*,<sup>19</sup> Catherine Armstrong, vocera de la compañía British American Tobacco, dice: "[Este trabajo] no estudió ningún resultado en materia de salud. Como los propios autores señalan, se requiere de más investigación antes de poder sacar conclusiones sobre posibles peligros para la salud." Esta investigación está a punto de iniciarse. El Programa de Investigación de Enfermedades Asociadas al Tabaco de California, financiado por los impuestos de California sobre el tabaco, proporcionó recientemente 3.75 millones de dólares para financiar estudios sobre el HTM y los desechos de colillas de cigarros.<sup>34</sup>

Georg Matt, profesor de psicología de la Universidad de San Diego,



**Georg Matt, de la Universidad Estatal de San Diego, señala que en ausencia de evidencias sólidas de que el HTM produzca efectos a largo plazo sobre la salud, muchos no fumadores —y ex fumadores— ya han sido sensibilizados a este fenómeno. "El impacto más importante de los esfuerzos para prevenir la exposición al humo de tercera mano puede ser ... la reducción de los riesgos para la salud derivados del tabaquismo activo y de la exposición al humo de segunda mano", observa.**

señala que incluso en ausencia de evidencias sólidas de que el HTM produzca efectos a largo plazo sobre la salud, ya se ha sensibilizado a muchos no fumadores y ex fumadores respecto a este fenómeno. "Pedimos habitaciones de hotel para no fumadores, departamentos de no fumadores y preferimos autos de no fumadores cuando compramos un auto usado. Los hoteles y las arrendadoras de autos saben que es muy costoso limpiar los carros y las habitaciones [de fumadores], y los agentes de bienes raíces saben que el tabaquismo afecta el valor de las propiedades."

Independientemente de si hay o no evidencias contundentes de que el HTM provoca enfermedades, ya está modificando las actitudes, los comportamientos, las normas, las expectativas, los comportamientos adquisitivos y el valor económico de la propiedad personal y de los bienes raíces, dice Matt. Estos factores, combinados, resultan poderosos y tienen el potencial de reducir el uso del tabaco y los riesgos a la salud asociados al tabaquismo, así como la exposición al HSM y al HTM.

"El impacto más importante de los esfuerzos de prevenir la exposición al humo de tercera mano", señala Matt, "puede ser ... la reducción de los riesgos a la salud derivados del tabaquismo activo y la exposición al humo de segunda mano." La discusión sobre si al menos estas dos últimas formas de exposición al humo del tabaco resultan peligrosas ya está totalmente concluida.

#### Adrian Burton

es un biólogo que vive en España y que también escribe regularmente en las revistas *The Lancet Oncology*, *The Lancet Neurology* y *Frontiers in Ecology and the Environment*.

#### Referencias

1. Rabin RC. A New Cigarette Hazard: 'Third-Hand Smoke.' *New York Times*, Sección Salud, Subsección de Investigación (2 de enero de 2009). Disponible en: <http://tinyurl.com/9g9vrk> [consultado el 12 de enero de 2011].
2. Third-hand Smoke as Dangerous as Cigarette Fumes. *The Telegraph*, Lifestyle section, Health subsection, online edition (8 Feb 2010). Disponible en: <http://tinyurl.com/48ye2ob> [consultado el 12 de enero de 2011].
3. Fox M. Even Third-hand Smoke Carries Carcinogens: Study. *Reuters*, U.S. edition (8 Feb 2010). Disponible en: <http://tinyurl.com/ybqr6c6> [consultado el 12 de enero de 2011].
4. Watson T. New Tobacco Danger: 'Third-Hand Smoke.' AOL News, Nation section, Health subsection (8 Feb 2010). Disponible en: <http://tinyurl.com/4h47p6y> [consultado el 12 de enero de 2011].
5. Carcinogens Form from Third-Hand Smoke. *ScienceDaily*, Science News section (9 Feb 2010). Disponible en: <http://tinyurl.com/ybr7ek9> [consultado el 12 de enero de 2011].
6. Hamzelou J. Smoking May Pose 'Third-hand' Cancer Hazard. *New Scientist*, Health section, online edition (8 Feb 2010). Disponible en: <http://tinyurl.com/4hgdhja> [consultado el 12 de enero de 2011].
7. Harmon K. Third-hand Smoke Contains Carcinogens Too, Study Says [entrada de blog]. Sección "Scientific American, Observations", edición en línea (8 de febrero de 2010). Disponible en: <http://tinyurl.com/ybjzxea> [consultado el 12 de enero de 2011].
8. Ryan C. Judge to Allow Smoking Lawsuit against LVCVA. *Las Vegas Sun*, News section, online edition (20 May 2010). Disponible en: <http://tinyurl.com/4dazleg> [consultado el 12 de enero de 2011].
9. ASH. Four New Dangers to Nonsmokers [website]. Washington, DC: Action on Smoking and Health. Disponible en: <http://tinyurl.com/6dtt9cu> [consultado el 12 de enero de 2011].
10. Wynder EL, et al. Experimental production of carcinoma with cigarette tar. *Cancer Res* 13(12):855-864 (1953); PMID: 13116124.
11. Hein HO, et al. Indoor dust exposure: an unnoticed aspect of involuntary smoking. *Arch Environ Health* 46(2):98-101 (1991); PMID: 2006900.
12. Matt GE, et al. Households contaminated by environmental tobacco smoke: sources of infant exposures. *Tob Control* 13(1):29-37 (2004); doi:10.1136/tc.2003.003889.
13. Matt GE, et al. Residual tobacco smoke pollution in used cars for sale: air, dust, and surfaces. *Nicotine Tob Res* 10(9):1467-1475 (2008); doi:10.1080/1462200802279898.
14. Matt GE, et al. When smokers move out and non-smokers move in: residential thirdhand smoke pollution and exposure. *Tob Control*; doi:10.1136/tc.2010.037382 [online 30 Oct 2010].
15. Singer BC, et al. Gas-phase organics in environmental tobacco smoke. I. Effects of smoking rate, ventilation, and furnishing level on emission factors. *Environ Sci Technol* 36(5):846-853 (2002); doi:10.1021/es011058w.
16. Singer BC, et al. Gas-phase organics in environmental tobacco smoke: 2. Exposure-relevant emission factors and indirect exposures from habitual smoking. *Atmos Environ* 37(39-40):5551-5561 (2003); doi:10.1016/j.atmosenv.2003.07.015.
17. Szabo L. Babies May Absorb Smoke Residue in Home. *USA Today*, 6 Aug 2006, Health and Behavior section, online edition. Disponible en: <http://tinyurl.com/zhoke> [consultado el 12 de enero de 2011].
18. Winickoff JP, et al. Beliefs about the health effects of "thirdhand" smoke and home smoking bans. *Pediatrics* 123(1):e74-e79 (2009); doi:10.1542/peds.2008-2184.
19. Sleiman M, et al. Formation of carcinogens indoors by surface-mediated reactions of nicotine with nitrous acid, leading to potential thirdhand smoke hazards. *Proc Natl Acad Sci USA* 107(15): 6576-6581 (2010); doi:10.1073/pnas.0912820107.
20. Crespi CL, et al. A tobacco smoke-derived nitrosamine, 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butane, is activated by multiple human cytochrome P450s including the polymorphic human cytochrome P4502D6. *Carcinogenesis* 12(7):1197-1201 (1991); PMID:2070484.
21. IARC. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 89 (2007). Smokeless Tobacco and Some Tobacco-specific N-Nitrosamines. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer (2007). Disponible en: <http://tinyurl.com/40oen43> [consultado el 12 de enero de 2011].
22. NTP. Report on Carcinogens, 11th Edition. Research Triangle Park, NC: Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos, Servicio de Salud Pública, Programa Nacional de Toxicología (2009). Disponible en: <http://tinyurl.com/c7e3k> [consultado el 12 de enero de 2011].
23. Sleiman M, et al. Secondary organic aerosol formation from ozone-initiated reactions with nicotine and secondhand tobacco smoke. *Atmos Environ* 44(34):4191-4198 (2010); doi:10.1016/j.atmosenv.2010.07.023.
24. Oberdörster G, et al. Nanotoxicology: an emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles. *Environ Health Perspect* 113(7):823-839 (2005); doi:10.1289/ehp.7339.
25. Bequemin MH, et al. Third-hand smoking: indoor measurements of concentration and sizes of cigarette smoke particles after resuspension. *Tob Control* 19(4):347-348 (2010); doi:10.1136/tc.2009.034694.

26. CalEPA. Expedited Cancer Potency Values and No Significant Risk Levels (NSRLS) for Six Proposition 65 Carcinogens: Carbazole, Meiq, Meiqx, Methyl Carbamate, 4-N-Nitrosomethylamino)-1-(3-Pyridyl)-1-Butanone, Trimethyl Phosphate (2001). Sacramento:Reproductive and Cancer Hazard Assessment Section, Office of Environmental Health Hazard Assessment, California Environmental Protection Agency. Disponible en: <http://tinyurl.com/4fy4jmv> [consultado el 12 de enero de 2011]
27. Cieslak M, Schmidt H. Contamination of wool fibre exposed to environmental tobacco smoke. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 12, No.1(45):81–83 (2004). Disponible en: <http://tinyurl.com/4pcng5b> [consultado el 12 de enero de 2011].
28. Ueta I, et al. Determination of volatile organic compounds for a systematic evaluation of third-hand smoking. *Anal Sci* 26(5):569–574 (2010); doi:10.2116/analsci.26.569.
29. Van Loy MD, et al. Dynamic behavior of semivolatile organic compounds in indoor air.
2. Nicotine and phenanthrene with carpet and wallboard. *Environ Sci Technol* 35(3):560–567 (2001); doi:10.1021/es001372a.
30. Beckett WS, et al. Effect of nitrous acid on lung function in asthmatics: a chamber study. *Environ Health Perspect* 103(4):372–375 (1995).
31. Knafla A, et al. Development and application of a skin cancer slope factor for exposures to benzo[a]pyrene in soil. *Regul Toxicol Pharmacol*; doi:10.1016/j.yrtph.2010.09.011 [prueba corregida en línea el 1º de octubre de 2010].
32. Kaufmann RB, et al. Vital signs: nonsmokers' exposure to secondhand smoke—United States, 1999–2008. *MMWR* 59(35):1141–1146 (2010). Disponible en: <http://tinyurl.com/6hghnhw> [consultado el 12 de enero de 2011].
33. Öberg M, et al. Worldwide burden of disease from exposure to second-hand smoke: a retrospective analysis of data from 192 countries. *Lancet* 377(9760):139–146 (2011); doi:10.1016/S0140-6736(10)61388-8.
34. TRDRP. Call for Applications [webpage]. Oakland, CA: Programa de Investigación de Enfermedades Asociadas al Tabaco, Universidad de California [actualizado el 22 de junio de 2010]. Disponible en: <http://tinyurl.com/4apdh03> [consultado el 12 de enero de 2011].

## Contaminación ambiental

# Herramientas para rastrear la resistencia a los antibióticos\*

Cuando un equipo de investigadores de Suecia midieron por primera vez las sustancias químicas en un río cercano a Patancheru, India, encontraron concentraciones escandalosamente elevadas de fármacos que fluían río abajo: por ejemplo, los niveles del potente antibiótico ciprofloxacina eran mayores que los que se encuentran en la sangre de los seres humanos que lo toman. Una de las principales fuentes de estos fármacos era el agua residual tratada de las fábricas farmacéuticas que desagua en el río y sus alrededores, según informaron hace algunos años Joakim Larsson y sus colegas de la Universidad de Gotemburgo.<sup>1</sup> Ahora una actualización publicada en *PLoS*

ONE<sup>2</sup> vincula la presencia de estos fármacos con el desarrollo río abajo de microbios con resistencia genética a múltiples antibióticos que se utilizan típicamente para tratar enfermedades en los seres humanos.

Los investigadores encontraron fragmentos de material genético en las bacterias de los sedimentos del río debajo de la planta de tratamiento que conferían resistencia no sólo a la ciprofloxacina, que es una fluoroquinolona, sino también a los betalactámicos, aminoglucósidos, las sulfonamidas y otras clases de antibióticos. Varios de los genes que provocan resistencia a la ciprofloxacina y que tienen la capacidad de transferirse entre diferentes bacterias eran suma-



mente comunes en algunos de los sitios de muestreo.<sup>2</sup>

¿Qué ocurriría si las bacterias que hay en Patancheru desarrolla-

\*Publicado originalmente en *Environmental Health Perspectives*, volumen 119, número 5, mayo de 2011, páginas A214-A217.