

EL FUTURO DEL FRACTURAMIENTO*

Nuevas normas dirigidas contra
las emisiones atmosféricas para una producción
de gas natural más limpia

Una plataforma de perforación para gas natural en las planicies del Este de Colorado.
En 2009, había más de 38 000 pozos de gas natural en el estado.

* Publicado originalmente en *Environmental Health Perspectives*, volumen 120, número 7, julio 2012, páginas A273-A279.



El gas natural es ensalzado como un combustible más limpio que el carbón o el petróleo, pero la extracción del fluido del subsuelo puede constituir un procedimiento contaminante, en particular si se toma en cuenta la adopción generalizada de la tecnología conocida como fracturamiento hidráulico (fracking en inglés). La preocupación sobre emisiones tóxicas atmosféricas en yacimientos anteriormente no reglamentados ha llevado a la Agencia de Protección Ambiental de EUA (EPA, por sus siglas en inglés), a anunciar, el 18 de abril de 2012, una nueva reglamentación actualizada sobre contaminación atmosférica para estas instalaciones y ciertos otros elementos de producción y transmisión de gas natural.¹ Se espera que el cumplimiento de la nueva reglamentación traiga mayores reducciones en las emisiones de metano y de compuestos orgánicos volátiles (CVO), en particular en los pozos de gas recientemente fracturados.

Estos reglamentos se convirtieron en un tema de debate a nivel nacional, ya que generaron más de 156 000 comentarios tras la publicación de la versión de la propuesta a mediados de 2011. De acuerdo con los reglamentos finales, las compañías tienen hasta enero de 2015 para instrumentar en su totalidad las medidas de control necesarias; en comparación, la propuesta inicial pedía una instrumentación en 60 días para muchos de los principales requisitos. La EPA dice que cerca de la mitad de los nuevos pozos utilizan el equipo necesario para capturar las emisiones en cuestión.²

Muchos grupos ambientalistas consideran que la nueva reglamentación es un logro en la situación existente, pero tienden a mostrarse decepcionados de que no se haya hecho mucho más. “Esto es realmente un hito”, dice Jeremy Nichols, director del Programa de clima y energía del grupo de activismo WildEarth Guardians, uno de los dos grupos que hicieron una demanda legal contra la EPA en 2009, para obligarla a tomar cartas en el asunto. “¿Pero está hecho el trabajo? No, claro que no. Es un piso para construir a partir de ahí, que brinda un nivel mínimo de protección.”

mixtos, el *n*-hexano, el sulfuro de carbonilo, el etilenglicol, y el 2,2,4-trimetilpentano, están clasificados por la EPA como contaminantes atmosféricos peligrosos, o tóxicos aéreos.⁶ El dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, el monóxido de carbono, las partículas finas de material (PM_{2.5}) y el ozono a nivel de suelo están clasificados como contaminantes atmosféricos regulados.⁷ Las dos clasificaciones de contaminantes causan efectos nocivos en la salud humana pero, mientras que los contaminantes controlados están regulados por normas que deben ser elaboradas por las localidades, los contaminantes atmosféricos peligrosos se reglamentan mediante la exigencia de contar con tecnologías específicas de control de las emisiones en cuestión.

Entre los efectos en la salud humana que se han asociado con estos contaminantes, se encuentran el cáncer; las afectaciones cardiovasculares, respiratorias, neurológicas y del desarrollo, y evoluciones negativas como la mortalidad prematura, las visitas a los servicios de emergencia, la pérdida de días de trabajo y de escolaridad, o días de actividad restringida. Los contaminantes se asocian también con una visibilidad limitada, el cambio climático, o daños a la vegetación.^{4,9}

La producción de petróleo y de gas natural es la fuente industrial más importante de componentes orgánicos volátiles en los Estados Unidos, aunque una fuente más reducida que el contribuyente principal de la nación, los vehículos de motor a gasolina.⁸ El sector industrial también emite cerca del 40% del total nacional de metano.⁴ En 2015, aun con la nueva reglamentación ya vigente, el total de emisiones de compuestos orgánicos volátiles se reducirá solamente en 15%, y sus emisiones totales de metano en tan sólo 13%, de acuerdo con las cifras proporcionadas por una

vocera del EPA, que hablaba bajo la condición del anonimato.

En ciertos casos, se han documentado altas concentraciones de contaminantes—algunas de las cuales sobrepasan las normas existentes—en las inmediaciones de instalaciones de producción de gas, en estados como Wyoming,^{10,11} Utah,¹⁰ Colorado¹², Nuevo México¹² y Texas.¹³ No obstante, en muchos otros casos se desconocen las concentraciones de contaminantes en torno a estas instalaciones.

En mayo de 2012, la EPA indició a un cierto número de zonas en el país por infringir la norma de 2008 sobre ozono a nivel de suelo, de 75 ppb—entre éstas se encontraban Bakersfield, California; Jamestown, Nueva York; regiones repartidas en varios condados en los alrededores de Denver, Dallas, Fort Worth, Pittsburgh, Columbus, y Cleveland; y tres condados en el suroeste de Wyoming. Resulta que muchas de estas zonas eran el escenario de operaciones de extracción de petróleo y gas natural, pero muchas también tienen historias de mala calidad del aire en relación con otras industrias, lo cual hacía difícil esclarecer el papel de las explotaciones de petróleo y gas natural. La región del noreste de Utah, con su gran auge en la extracción de gas natural, también está bajo sospecha de contribuir al incremento en la localidad del nivel de ozono a nivel del suelo, aunque no hay suficiente información para indiciarla por una violación formal.¹⁴

En apego a la Ley de Aire Limpio, la EPA está obligada a revisar ciertas reglamentaciones cada ocho años y enmendarlas si es necesario. Entre estas reglamentaciones se encuentran las Normas de Rendimiento de Nuevas Fuentes (en inglés NSPS) (que se aplican a tipos determinados de instalaciones construidas, modificadas o reconstruidas recientemente), y las Normas Nacionales

de Emisión para Contaminantes Atmosféricos Riesgosos (NESHAPs) (que se aplican a los tóxicos aéreos emitidos por diversas instalaciones). Las normas NSPS aplicables a la producción de petróleo y gas natural no se habían actualizado desde 1985, y las NESHAP no se habían actualizado desde 1999. Así pues, el 14 de enero de 2009, la agrupación WildEarth Guardians y el grupo de activistas asociado a ella, San Juan Citizens Alliance establecieron una demanda para obligar a la institución a actuar. Las partes firmaron un acuerdo de consentimiento el 5 de febrero de 2010. La EPA publicó las normas propuestas el 28 de julio de 2011 y firmó la reglamentación final el 17 de abril de 2012.¹⁵

Una nueva era

Algunas de las normas entrarán en vigor 60 días después de su publicación en el Registro Federal (lo que no había sucedido al entrar a prensa este artículo), con varios periodos de introducción para otras partes de las normas hasta el 1° de enero de 2015. Las normas aplican a todas las instalaciones en tierra que hayan sido construidas, reconstruidas, modificadas o refracturadas desde el 23 de agosto de 2011. El objetivo principal de las nuevas normas son la mayoría de los tipos de nuevos pozos fracturados de gas natural.¹⁶

La principal herramienta para controlar las emisiones en cuestión es el equipo que captura y separa los gases y los líquidos mezclados, y otras sustancias que brotan de los nuevos pozos. La adición de este tipo de equipos de control de la contaminación al proceso de instalación de los pozos ha recibido el nombre de “adición verde”. Una gran parte del material capturado se compone de recursos con un valor de mercado interesante, entre otros propano, butano y gas natural licuado.⁴



Imagen: © 2012 Les Stone/Corbis

Crecimiento constante en gas natural

El número de pozos de gas natural a nivel nacional ha crecido constantemente de aproximadamente 269 000 en 1990 a cerca de 500 000 en 2010.⁴ Entre tanto, la producción total de petróleo ha decaído a partir de 1970 y se encuentra actualmente en los dos tercios de ese máximo, aproximadamente, aun cuando ha habido un repunte en el último par de años, impulsado casi en su totalidad por el surgimiento del fracturamiento de pozos petroleros en Dakota del Norte.³¹

El incremento general de la extracción de gas natural es impulsado en su mayor parte por el alza del consumo, que se incrementó 19% entre 1990 y 2009.⁴ La mayor parte de ese incremento se dio en el sector de la energía eléctrica, ya que su parte del consumo total creció de alrededor de 17% en 1990, a cerca de 30% en 2009. El consumo industrial ha declinado, pasando de 43% del total en 1990, a alrededor de 32% en 2009. Otros sectores han permanecido relativamente estables, entre ellos el uso residencial con 20 a 24%, el uso comercial con 13 a 14%, y el transporte con 3%.⁴

Las adiciones verdes son obligatorias para los nuevos pozos a partir de enero de 2015 y se recomienda su adopción voluntaria antes de esa fecha. Las compañías más importantes son en general las que más utilizan ya las adiciones verdes, dice Feldman. En ciertos casos, afirma, las compañías han optado por no usar las adiciones verdes porque no existen las necesarias instalaciones de transporte (p. ej. gasoductos para los diversos componentes del gas). En otros casos, agrega, las bajas presiones en un pozo han dificultado la captura, o la captura se ha

vuelto menos redituable cuando el contenido en componentes volátiles orgánicos es escaso. Feldman dice que la fecha de instrumentación de 2015 le dará el tiempo suficiente al sector para instalar la infraestructura necesaria.

Una compañía que ha estado usando el equipo de adición verde por más de media docena de años es Devon Energy, con sede en Oklahoma City. “Es la manera adecuada de hacer las cosas”, dice el vocero Chip Minty. “Reduce las emisiones y mantiene el gas en el gasoducto. Y los productos [capturados] son tan

valiosos como cualquier producto de cualquier pozo”, sin impurezas inusuales que reduzcan su valor.

Los propietarios y los operadores que deciden no utilizar las adiciones verdes antes de enero de 2015 tienen que quemar las emisiones que salen del nuevo pozo. La quema de gases asociados crea contaminantes de combustión, como el monóxido carbónico, los óxidos de nitrógeno, las $PM_{2.5}$ y el CO_2 , y contribuye a formar componentes secundarios muchas veces no caracterizados. No obstante, la EPA estima que los beneficios de evitar el escape de compuestos orgánicos volátiles y metano superan en mucho el daño causado por los contaminantes que produce la quema de gases asociados.⁴ Gwen Lachelt, director del Proyecto de rendición de cuentas del petróleo y del gas de la asociación no lucrativa Earthworks, dice que permitir la quema de gases asociados en la etapa de transición “no es ciertamente lo ideal”, en parte porque se siguen desperdiciando recursos valiosos, pero es un avance en relación a la simple diseminación.

Finalmente, las nuevas normas imponen también reducciones en las emisiones de otros equipamientos, como las plantas procesadoras, los tanques de almacenamiento, los controladores neumáticos, los deshidratadores de glicol, y ciertas compresoras de ductos, también adicionan varios requisitos de reporte y notificación para la industria. “Nos parece que [esto último] es bastante gravoso”, dice Kathleen Sgamma, vicepresidenta de relaciones públicas y de gobierno de Western Energy Alliance, una asociación de comercio sin fines de lucro. “Es mucha información nueva que registrar con pocos beneficios adicionales para el medio ambiente”. Nichols, de WildEarth Guardians, tiene un punto de vista diferente, ya que dice que los requisitos podrían haber sido más estrictos. “Pero son viables para aportar información y transparencia”, afirma, lo

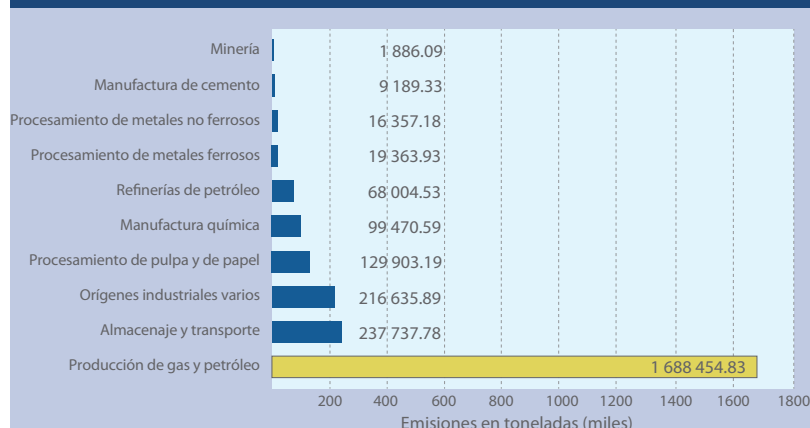
cual “es increíblemente importante para vigilar si la industria está siguiendo las reglas”.

La EPA estima que el proceso de adición verde y los demás cambios requeridos reducirán anualmente alrededor de 95% de los COV emitidos de los 11 400 nuevos pozos fracturados y de 1 400 pozos refracturados. Para el 2015, la institución estima que la plena instrumentación de las nuevas normas resultarán en reducciones de 190 000 toneladas de COV, 11 000 toneladas de contaminantes atmosféricos peligrosos y de metano, equivalente a 18 millones de toneladas de CO₂, por encima y más allá de las reducciones ya ordenadas en Wyoming, Colorado y algunos lugares de Texas.^{4,18}

La institución no pudo calcular la cantidad de contaminantes atmosféricos peligrosos que se reducirán en conjunto en el contexto de las emisiones del total de la industria del petróleo y del gas natural. La institución tampoco pudo calcular las reducciones de contaminantes como el sulfuro de hidrógeno y los contaminantes atmosféricos regulados, las PM_{2.5} y el ozono. Como tampoco pudo estimar el valor en dólares de los beneficios para la salud atribuibles a la reglamentación, debido a incertidumbres respecto a dónde exactamente ocurrirán las futuras operaciones de extracción y a cuáles serían las repercusiones regionales y locales.⁴

Sin embargo, tras haber comparado los costos directos para la industria por cumplir con las normas, con las ventas de los recursos capturados la institución afirma que la industria debería obtener un beneficio neto de \$11 a \$19 millones al año.¹⁷ Sgamma dice que eso equivale a “una cantidad minúscula” de las ganancias de entre \$900 y \$1 500 millones. La dependencia también estima que, una vez enteramente instrumentadas las medidas, habrá ganancias netas anuales relacionadas con el clima de alrededor de \$440 millones, a partir

Emisiones de COV por sector, 2008



Fuente: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos⁸

Emisiones de COV por sector, 2008

Sector	Emisiones (en toneladas)
Vegetación y suelo	31 743 795.67
Uso de solventes	3 299 117.52
Vehículos en los caminos	3 055 361.80
Incendios sin control	2 847 133.50
Vehículos fuera de los caminos	2 492 752.86
Incendios programados	1 696 594.50
Producción de petróleo y gas	1 688 454.83
Estaciones de gasolina	643 277.44
Combustión residencial de carburantes	367 023.10
Almacenaje y transporte	237 737.78
Orígenes no industriales	226 996.24
Diversos orígenes industriales	216 635.89
Tratamiento de la basura	179 769.43
Procesamiento de pulpa y papel	129 903.19
Manufactura química	99 470.59
Terminales de gasolina de gran volumen	92 808.65
Desechos de la agricultura/ganadería	92 448.42
Combustión de carburantes industriales	80 142.47
Refinerías de petróleo	68 004.53
Roza de terrenos agrícolas	53 269.51
Locomotoras	44 198.42
Combustión de carburantes para el servicio eléctrico	43 246.70
Procesamiento de metales ferrosos y no ferrosos	35 721.12
Aeronaves	35 445.09
Buques comerciales marítimos	20 645.64
Combustión de carburantes comercial/institucional	13 454.01
Cocinas comerciales	13 366.75
Manufactura de cemento	9 189.33
Minería	1 886.09
Polvo de construcción	16.63

Fuente: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos⁸

de efectos tales como el de poder evitar los efectos nocivos sobre la salud y los daños en cosechas y propiedades costeras.⁴

Feldman y Sgamma (entre otros¹⁹) dicen que la evaluación económica de la EPA es inexacta, debido a factores como la sobreestimación de las cantidades de recursos comercializables recuperados y a la subestimación de los costos para la industria. El 4 de junio de 2012, el Instituto Americano del Petróleo y la asociación hermana Alianza de Gas Natural de Estados Unidos publicaron estimaciones de las emisiones de metano de la industria que sumaban la mitad de lo que estimaba la EPA.²⁰

La vocera de la EPA dice que la institución revisará el nuevo reporte.

Los gastos del sector varían en el tiempo de acuerdo con los ciclos del mercado, pero tal vez la mayor variable es el precio a futuro del gas natural seco (casi metano puro, que ha sido procesado para extraer el agua y los gases de hidrocarburos “húmedos” que pueden acompañarlo al salir del subsuelo). El precio ha fluctuado en una proporción de 1 a 4 entre 1990 y mediados de 2012, con frecuencia experimentando movimientos importantes hacia arriba o hacia abajo, en tan sólo unos años.²¹ La EPA basó sus cálculos económicos en números que

se encontraban en el centro de este rango de precios.⁴

Acciones a nivel del Estado

La perforación para extracción de petróleo y gas ocurre en 33 estados de la federación norteamericana.²² Sería concebible que este número pueda incrementarse; Carolina del Norte trabaja intensamente para ver si los recientes progresos en la tecnología del fracturamiento podrían hacer que sus pequeños yacimientos, que anteriormente eran considerados como marginales desde el punto de vista económico, se vuelvan más redituables.²³ Vermont, que tam-



Imagen: © 2012 Les Stone/Corbis

Quema de gas asociado en un pozo fracturado de gas natural en Bradford County, Pennsylvania. Bajo la nueva reglamentación de la EPA, los productores pueden ya sea quemar las emisiones de los nuevos pozos, antes de 2015, o capturar las emisiones empleando el equipo de adición verde, que se volverá obligatorio para los nuevos pozos a partir de ese año. Aunque es un proceso más limpio que el de la simple difusión al aire, la quema produce contaminantes particulares y consume productos que podrían tener gran valor.

poco tiene pozos en producción en este momento, está adoptando un enfoque diferente, prohibiendo el fracturamiento hasta al menos 2016, para estudiar las posibles repercusiones en la salud pública y en el medio ambiente, y desarrollar directrices para reglamentar la práctica.²⁴

Al haber aumentado el nivel de conciencia sobre la contaminación atmosférica por la extracción, procesamiento y transporte del gas natural, las zonas de fuerte producción, como la ciudad de Fort Worth y los estados de Wyoming y Colorado han estado vigilando determinados puntos críticos, exigiendo un determinado nivel de reporte sobre emisiones por parte de la industria, y revisando su reglamentación, nos dice Steven Dietrich, administrador de la división de calidad del aire del Departamento de Calidad Ambiental de Wyoming. Para 2015, espera que la reglamentación del estado sea prácticamente idéntica a la de la EPA.

No obstante, esto no será suficiente para hacer que los condados que actualmente infringen la norma de ozono a nivel del suelo respeten las reglas. Esa tarea sería más fácil si las nuevas normas de la EPA se hubieran hecho para los pozos e instalaciones existentes. Esa exclusión "dificulta una más amplia reducción de las emisiones", dice Dietrich, porque Wyoming, al igual que la EPA, tiene una autoridad limitada para poner freno a las fuentes de contaminación existentes. En ausencia de las normas de la EPA, dice, su departamento pondrá en práctica estrategias que han sido de ayuda en el pasado, como la de incorporar requisitos de uso de equipo con motores de diesel para autorizar los procesos.

En Arkansas, el Departamento de Calidad Ambiental del estado investiga las fugas contaminantes durante las inspecciones de rutina para el cumplimiento de las normas, o en respuesta a quejas de los ciudadanos. El estado emplea nuevas cámaras

infrarrojas como herramienta de detección rápida para documentar fugas, dice Mike Bates, jefe de la división del aire del departamento. El departamento invita a las compañías a ocuparse de las fugas en forma voluntaria, pero tiene la facultad de ejercer acción legal si la compañía no toma medidas.

Se han detectado niveles bajos de COV en torno a los campos de perforación en Arkansas, que provienen muy probablemente de los tanques de lodo de perforación base diesel (un fluido multiusos utilizado para la perforación de pozos). Un reporte de 2011 del Departamento de Calidad Ambiental de Arkansas afirma: "aunque los tanques de lodo son una fuente de emisiones temporal y probablemente poco importante, sus emisiones tienen un fuerte olor de hidrocarburo que puede constituir una molestia y un riesgo potencial para la salud para la gente que vive cerca de los emplazamientos de los pozos durante el proceso de perforación. La reducción de emisiones de COV en los tanques de lodo puede brindar una oportunidad de mejorar la calidad del aire localmente en las inmediaciones de los sitios de perforación en actividad".²⁵

Otras emisiones han sido relativamente bajas en Arkansas, en comparación con otras zonas de producción de gas natural, aunque sigue habiendo ciertas lagunas importantes en la información, dice Bates. Esto es posible, dice, en parte porque el gas extraído en Arkansas tiene un bajo contenido de COV, y Southwestern Energy, la compañía que controla más de tres cuartas partes del mercado de Arkansas, ya está utilizando adiciones verdes en forma importante. Eso puede hacer que la transición del estado a la nueva reglamentación de la EPA sea relativamente indolora tanto para la industria como para el estado. "Puesto que un amplio segmento del sector ya está cumpliendo con estos estándares, no anticipamos fuertes

repercusiones para la industria regulada al adoptar las nuevas normas", dice Bates.

Pennsylvania, cuyo territorio se encuentra encima del enorme yacimiento de esquisto Marcellus, apenas está empezando a obtener datos confiables sobre las emisiones atmosféricas de su industria, y tendrá un inventario definitivo que podrá presentar a la EPA en diciembre de 2012. El estado no ha llevado a cabo ninguna observación de largo plazo de la atmósfera enfocada a las actividades de perforación para extracción de gas, pero espera empezar a hacerlo antes de que concluya 2012. La observación de corto plazo realizada en 2010 no encontró concentraciones de ningún compuesto asociado a la perforación para extracción de gas que pudiera desencadenar problemas de salud debidos a la calidad del aire, de acuerdo con el secretario del Departamento de Protección Ambiental de Pennsylvania, Mike Krancer, citado en un boletín de prensa de diciembre de 2011.²⁶ El estado se encuentra trabajando en un conjunto actualizado de requisitos para los permisos y analizando las normas de la EPA, dijo Kevin Sunday, un portavoz del departamento. Los funcionarios superiores del departamento declinaron múltiples solicitudes de abordar el tema de las normas.

Para ampliar las bases

La EPA eligió explícitamente no hacer que las nuevas normas se aplicaran a los pozos ya existentes porque, considerado caso por caso, los nuevos pozos producen muchas más emisiones de COV y pueden amortizar los costos de cumplir con las nuevas normas con las ventas de los productos capturados. El hecho de que la mayoría de los pozos de gas natural y de petróleo existentes tienda a tener emisiones relativamente bajas o desconocidas reduce las posibilidades de aplicarles las nuevas

normas de manera que sean rentables, aun cuando, todos en conjunto, siguen siendo una fuente importante de emisiones de COV y de muchos otros contaminantes.

Las instalaciones más viejas también pueden originar emisiones de metano. Basándose en desarrollos jurídicos recientes, entre ellos un fallo de la Suprema Corte de 2007 y los consiguientes esfuerzos de la EPA por regular los gases de efecto invernadero como contaminantes atmosféricos,²⁷ la EPA debió haber decidido reglamentar el metano directamente, lo que hubiera llevado a una actualización de las reglamentaciones tanto del metano como de los COV para todos los pozos e instalaciones existentes, afirma David Doniger, director de políticas del Programa para el Clima y Aire Limpio del Consejo de Defensa de los Recursos Naturales. Dado que la institución no tomó ese camino, Doniger dice que su organización está pensando en la posibilidad de hacer una demanda para forzarla a entrar en acción.

Si lo hacen, es muy probable que se vean enfrentados por la industria. "La EPA está utilizando un reglamento sobre COV para obtener la reducción del metano, en una forma casi ambigua", dice Feldman. "Esto es preocupante". Pero reconoce que la institución podría tener derecho de reglamentar el metano en cuanto contaminante atmosférico, aunque aún hay un buen litigio en curso, y el Congreso de los E.U. también podría restringir dichas acciones".²⁷

Al igual que Doniger, Lachelt se lamenta de que los pozos e instalaciones existentes no quedaran incluidos, tanto desde la perspectiva de los gases de efecto invernadero como desde la de los contaminantes atmosféricos peligrosos. "Estamos absolutamente preocupados por los efectos de estas instalaciones en la salud de la gente que vive en proximidad de ellas", dice. "El no incluirlas [en las nuevas normas] es algo trágico".

Ni los pozos ya existentes ni los nuevos pozos fracturados están comprendidos en estas nuevas normas. Esto sucede porque "la EPA no tiene en este momento suficiente información sobre las emisiones de COV durante la construcción de pozos de petróleo hidráulicamente fracturados, como para establecer normas para esas operaciones", dijo la vocera de la EPA. Esto da lugar a que los cientos de miles de nuevos pozos previstos para los próximos 20 años o más operen bajo las normas actuales, si nada cambia. Es probable que gran parte de esta actividad ocurra en las áreas de alta productividad de Dakota del Norte, California, Colorado, Kansas, Montana, Nebraska, Nuevo México, Texas, y Wyoming, algunas de las cuales empezaron a elevar su producción en 2007.²⁸ "Este es un gran problema", dice Nichols. "Obligamos a la EPA a poner a éstas en cintura [con la nueva reglamentación], pero no quisieron ir por ese camino".

Más aún, según Nichols, las nuevas normas no protegerán completamente a la gente contra los contaminantes atmosféricos peligrosos, incluso los de las nuevas instalaciones, y deben hacerse más rigurosas para reducir aún más las emisiones. En armonía con este punto, le gustaría que se instituyeran más requisitos de vigilancia y reparación de defectos y fugas en los gasoductos. Algunos de los ductos más preocupantes, de acuerdo con un reporte de la Oficina de Rendición de Cuentas del Gobierno, publicado en marzo de 2012, son los llamados ductos recolectores que llevan el gas natural de los pozos a las instalaciones de procesamiento.²⁹ Sólo 10% de las 200 000 millas de ductos recolectores están bajo la reglamentación de alguna dependencia federal o estatal, los demás están en general a más de 220 yardas de alguna edificación para ocupación humana, por lo que se prescinde de la reglamentación.

Hay ductos no reglamentados en al menos 29 estados. Algunos funcionarios de estado para la seguridad de los ductos, sondeados por la Oficina de Rendición de Cuentas del Gobierno, dicen que esos ductos constituyen un riesgo elevado debido a la baja calidad de su construcción, a la corrosión no detectada, a las fallas de mantenimiento y a la falta de marcas en varias ubicaciones, lo que incrementa el riesgo de que reciban impactos cuando se excava en algún área (lo cual puede suceder cada vez con mayor frecuencia al crearse campos de explotación de gas natural en las cercanías de áreas urbanas). Todos estos problemas pueden contribuir a aumentar la contaminación atmosférica.²⁹ Igualmente puede suceder con las repercusiones de los ataques cibernéticos a los ductos, lo que constituye una preocupación cada vez mayor para los altos niveles del Gobierno.³⁰

A pesar de estas y otras causas de alarma reconocidas por algunos activistas en defensa de la salud y del medio ambiente, ciertos miembros del sector industrial y funcionarios del Gobierno, muchos son los que están de acuerdo en decir que la nueva reglamentación de la EPA constituye un inicio digno en la dirección correcta. Dietrich dice: "pensé que las normas habían resultado tan buenas como se podía esperar, equilibrando las necesidades de todos los diferentes estados". Nichols también ve con actitud positiva el resultado global: "Está claro que la reglamentación definitiva se encuentra a un paso de distancia de lo que propusieron inicialmente. No obstante, es un paso hacia adelante".

Bob Weinhold, MA,

ha escrito reportajes sobre temas de salud ambiental para gran cantidad de publicaciones desde 1996. Es miembro de la Sociedad de periodistas ambientalistas (Society of Environmental Journalists).

Referencias y notas

1. EPA. Oil and Natural Gas Air Pollution Standards, Regulatory Actions [sitio web]. Washington, DC: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (actualizado el 20 de abril del 2012). Disponible en: <http://www.epa.gov/airquality/oilandgas/actions.html> [Consultado el 13 de junio de 2012].
2. EPA. EPA Issues Updated, Achievable Air Pollution Standards for Oil and Natural Gas [comunicado de prensa]. Washington, DC: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (18 de abril de 2012). Disponible en: <http://yosemite.epa.gov/opa/advpress.nsf/79c090e81f0578738525781f0043619b/c742df7944b37c50852579e400594f8f?OpenDocument> [Consultado el 13 de junio de 2012].
3. API. EPA Made Constructive Changes in Hydraulic Fracturing Rules, API Says [comunicado de prensa]. Washington, DC: Instituto Americano del Petróleo (18 de abril de 2012). Disponible en: <http://www.api.org/news-and-media/news/newsitems/2012/apr-2012/epa-made-constructive-changes-in-hydraulic-fracturing-rules.aspx> [Consultado el 13 de junio de 2012].
4. EPA. Regulatory Impact Analysis: Final New Source Performance Standards and Amendments to the National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for the Oil and Natural Gas Industry. Research Triangle Park, NC: Oficina de Normas y Planeación de la Calidad del Aire, Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (abril de 2012). Disponible en: http://www.epa.gov/ttn/ecas/regdata/RIAs/oil_natural_gas_final_neshap_nsp.pdf [Consultado el 13 de junio de 2012].
5. EPA. Methane [sitio web]. Washington, DC: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (actualizado el 1° de abril de 2011). Disponible en: <http://www.epa.gov/outreach/index.html> [Consultado el 13 de junio de 2012].
6. EPA. About Air Toxics [sitio web]. Washington, DC: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (actualizado el 17 de agosto de 2010). Disponible en: <http://www.epa.gov/ttn/atw/allabout.html> [Consultado el 13 de junio de 2012].
7. EPA. National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) [sitio web]. Washington, DC: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (actualizado el 1° de mayo de 2012). Disponible en: <http://epa.gov/air/criteria.html> [Consultado el 13 de junio de 2012].
8. EPA. The National Emissions Inventory [sitio web]. Research Triangle Park, NC: Oficina de Normas y Planeación de la Calidad del Aire, Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (actualizado el 23 de mayo de 2012). Disponible en: <http://www.epa.gov/ttn/chief/net/2008inventory.html> [Consultado el 13 de junio de 2012].
9. EPA. Oil and Natural Gas Air Pollution Standards, Regulatory Actions, Section III.D [sitio web]. Washington, DC: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (actualizado el 20 de abril de 2012). Disponible en: <http://www.epa.gov/airquality/oilandgas/actions.html> [Consultado el 13 de junio de 2012].
10. Jaffe M. Like Wyoming, Utah Finds High Wintertime Ozone Pollution Near Oil, Gas Wells. Denver Post, sección de Noticias Empresariales [Business News], subsección de Energía [Energy], edición en línea (26 de febrero de 2012). Disponible en: http://www.denverpost.com/business/ci_20042330 [Consultado el 13 de junio de 2012].
11. McKenzie LM, et al. Human health risk assessment of air emissions from development of unconventional natural gas resources. Sci Total Environ 424:79–87 (2012); <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.02.018>.
12. EPA. AirData, Monitor Values Report [sitio web]. Washington, DC: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. Disponible en: http://www.epa.gov/airdata/ad_rep_mon.html [consultado el 13 de junio de 2012].
13. City of Fort Worth. Natural Gas Air Quality Study (Informe definitivo). Fort Worth, TX: Grupo de Investigación del Este y la Ciudad de Fort Worth (13 Jul 2011). Disponible en: <http://fortworthtexas.gov/gaswells/default.aspx?id=87074> [Consultado el 13 de junio de 2012].
14. EPA. Final Nonattainment Areas for the 2008 Ozone Standards [sitio web]. Washington, DC: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (actualizado el 1° de mayo de 2012). Disponible en: <http://www.epa.gov/ozonedeignations/2008standards/final/fnalmap.htm> [Consultado el 13 de junio de 2012].
15. EPA. Oil and Natural Gas Air Pollution Standards, Regulatory Actions, Section III.B [sitio web]. Washington, DC: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (actualizado el 20 de abril de 2012). Disponible en: <http://www.epa.gov/airquality/oilandgas/actions.html> [Consultado el 13 de junio de 2012].
16. Algunos tipos de pozos están exentos, incluyendo 1) los pozos de baja presión (incluyendo 87% de los fracturados en formaciones de metano en lechos de carbón), puesto que éstos pueden plantear problemas de seguridad durante el manejo de las sustancias que escapan, debido a una presión incierta, variable o reversa; y 2) pozos exploratorios utilizados para determinar si un yacimiento puede ser productivo antes de instalar la infraestructura necesaria para recolectar y transportar las sustancias capturadas.
17. EPA. Overview of Final Amendments to Air Regulations for the Oil And Natural Gas Industry Fact Sheet. Research Triangle Park, NC: Oficina de Air Quality Planning and Standards, Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (17 Apr 2012). Disponible en: <http://www.epa.gov/airquality/oilandgas/pdfs/20120417fs.pdf> [Consultado el 13 de junio de 2012].
18. El número del metano refleja una reducción de 19 millones de toneladas y un incremento de 1 millón de toneladas como resultado de la combustión de gas en la cima de los pozos petroleros. La EPA estima que ya se están reduciendo otras 100,000 toneladas de COV, 8,000 toneladas de sustancias tóxicas atmosféricas y 14 millones de toneladas de equivalentes de CO₂ mediante esfuerzos actualmente voluntarios que se volverán obligatorios en 2015. Se utiliza el término “equivalente de CO₂” porque la práctica usual es convertir la función de gas invernadero de cada uno de los múltiples contribuyentes de gases invernadero a un número relativo al CO₂ (la referencia basal) para facilitar el cálculo compuesto de todos los contribuyentes de gases invernadero.
19. EPA. Oil and Natural Gas Sector: New Source Performance Standards and National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants Reviews. 40 CFR Parts 60 and 63. Response to Public Comments on Proposed Rule August 23, 2011 (76 FR 52738). Research Triangle Park, NC: Oficina de Normas y Planeación de la Calidad del Aire, Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (2012). Disponible en: <http://www.epa.gov/airquality/oilandgas/pdfs/20120418rtc.pdf> [Consultado el 13 de junio de 2012].
20. Shires T, Lev-On M. Characterizing Pivotal Sources of Methane Emissions from Unconventional Natural Gas Production: Summary and Analysis of API and ANGA Survey Responses. Washington, DC: Instituto Americano del Petróleo, American Natural Gas Alliance (1° de junio de 2012). Disponible en: <http://www.api.org/news-and-media/news/newsitems/2012/jun-2012/api-anga-study-methane-emissions-are-half-epa-estimate.aspx> [Consultado el 13 de junio de 2012].
21. EIA. Annual Energy Outlook 2011. Washington, DC: Administración de Información de Energía de Estados Unidos, Departamento de Energía de Estados Unidos (26 de abril de 2012). Disponible en: http://205.254.135.7/forecasts/archive/aeo11/MT_naturalgas.cfm [consultado el 13 de junio de 2012].
22. EIA. Petroleum: Distribution and Production of Oil and Gas Wells by State. Washington, DC: Administración de Información de Energía de Estados Unidos, Departamento de Energía de Estados Unidos (7 de enero de 2011). Disponible en: http://www.eia.gov/pub/oil_gas/petrosystem/petrosysog.html [Consultado el 13 de junio de 2012].
23. NCDENR. Shale Gas [sitio web]. Raleigh, NC: Departamento del Medio Ambiente y Recursos Naturales de Carolina del Norte. Disponible en: <http://portal.ncdenr.org/web/guest/shale-gas> [Consultado el 13 de junio de 2012].

24. State of Vermont Legislature. Bill H. 464. An act relating to hydraulic fracturing wells for natural gas and oil production. Effective 16 May 2012. Disponible en: <http://www.leg.state.vt.us/database/status/summary.cfm?Bill=H%2E0464&Session=2012> [Consultado el 13 de junio de 2012].

25. ADEQ. Emissions Inventory & Ambient Air Monitoring of Natural Gas Production in the Fayetteville Shale Region. North Little Rock, AR: Departamento de Calidad Ambiental de Arkansas. (22 Nov 2011). Disponible en: <http://www.adeg.state.ar.us/air/default.htm> [Consultado el 13 de junio de 2012].

26. PDEP. DEP to Collect Air Emissions Data about Natural Gas Operations. Operators Face March Deadline to Return Information [press release]. Harrisburg, PA: Departamento de Protección Ambiental de Pensilvania (7 de

diciembre de 2011). Disponible en: <http://www.portal.state.pa.us/portal/server.pt/community/newsroom/14287?id=19174&typeid=1> [Consultado el 13 de junio de 2012].

27. Meltz R. Federal Agency Actions Following the Supreme Court's Climate Change Decision in Massachusetts v. EPA: A Chronology. Washington, DC: Servicio de Investigación del Congreso estadounidense (1° de mayo de 2012). Disponible en: <http://www.fas.org/sgp/crs/misc/R41103.pdf> [Consultado el 13 de junio de 2012].

28. OilShaleGas.com. Oil & Shale Gas Discovery News [sitio web] (actualizado diariamente). Disponible en: <http://oilshalegas.com> [Consultado el 13 de junio de 2012].

29. GAO. Pipeline Safety: Collecting Data and Sharing Information on Federally Unregulated Gathering Pipelines Could Help Enhance

Safety. GAO-12-388. Washington, DC: Oficina de Responsabilidades del Gobierno de Estados Unidos (22 Mar 2012). Disponible en: <http://www.gao.gov/products/GAO-12-388> [Consultado el 13 de junio de 2012].

30. Goode D, Martinez J. Risk of Cyberattacks Clouds Natural Gas Boom. Politico, sección del Congreso [Congress section] (8 de mayo de 2012). Disponible en: <http://www.politico.com/news/stories/0512/76060.html> [Consultado el 13 de junio de 2012].

31. EIA. Petroleum & Other Liquids: U.S. Field Production of Crude Oil. Washington, DC: Administración de Información Energética de Estados Unidos, Departamento de Energía (30 de mayo de 2012). Disponible en: <http://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=MCRFPUS1&f=A> [Consultado el 13 de junio de 2012].

CÁNCER

El Instituto de Medicina publica un informe sobre el cáncer de mama y el medio ambiente*

El Instituto de Medicina (en inglés, IOM) emprendió recientemente una revisión de la evidencia actual sobre los vínculos entre el cáncer de mama y el medio ambiente. Sus conclusiones, emitidas en un informe publicado en diciembre de 2011,¹ señalan una gama de acciones que las mujeres pueden realizar para reducir su riesgo: mantener un peso saludable, limitar el consumo de alcohol, abstenerse de fumar, abstenerse de ciertas formas de terapia postmenopáusica de reemplazo hormonal y evitar el exceso de escaneos médicos siempre que sea posible. Hay evidencias concluyentes que relacionan estos factores con el cáncer de mama,

mientras que las evidencias que apuntan a otros factores, en especial la exposición a sustancias químicas en la industria y en el lugar de trabajo, siguen siendo un tanto inciertas, según los autores del informe.

Este informe fue comisionado por Susan G. Komen para el grupo promotor de la investigación sobre el cáncer Cure, con sede en Dallas, Texas, y fue preparado por un panel de 15 miembros de la academia y de centros de salud comunitarios. El panel definió "factor ambiental" como cualquier factor que no sea heredado a través del ADN y se basó en evidencias recopiladas por la Agencia Internacional de Investigación sobre Cáncer y el Fondo Mundial para la In-

vestigación sobre el Cáncer, así como en hallazgos tomados de la literatura científica.

Los factores de riesgo de cáncer de mama fueron divididos en tres categorías (establecidos, posibles y biológicamente verosímiles) con base en la fuerza de los datos, según el panelista Robert Hiatt, profesor de epidemiología y bioestadística de la Universidad de California en San Francisco. Los factores de riesgo "establecidos" fueron confirmados por datos fuertes de epidemiología humana, así como por resultados positivos de estudios en animales y estudios mecanicistas. Se asignó a los factores de riesgo un estatus de "posibles" en los casos en que los datos humanos disponibles estaban

* Publicado originalmente en *Environmental Health Perspectives*, volumen 120, número 2, febrero 2012, páginas A60-A61.

en conflicto, y un estatus de “biológicamente verosímiles” cuando se apoyaban exclusivamente en estudios en animales y en estudios mecanicistas.

Notablemente, sólo se identificaron unos cuantos factores de riesgo establecidos, incluyendo la terapia hormonal combinada con estrógeno y progestina, la exposición a la radiación ionizante (como la que emiten las tomografías computarizadas, el exceso de peso en las mujeres postmenopáusicas y el consumo excesivo de alcohol. Otros factores de riesgo posibles son el trabajo en el turno nocturno y la exposición al humo de segunda mano, al benceno, al óxido de etileno y al 1,3-butadieno. La categoría de biológicamente verosímil está poblada sobre todo por sustancias químicas industriales, incluyendo metales, plaguicidas y el constituyente de los plásticos bisfenol A, que se encuentra en gran cantidad de productos de consumo, en el medio ambiente y en las personas, y por lo tanto los estudios epidemiológicos controlados de este compuesto presenta retos, según Hiatt.

Al hacer hincapié en la prevención mediante cambios de estilo de vida, el IOM se distinguió del Panel Presidencial sobre Cáncer (en inglés, PCP), que en la primavera de 2010 publicó un sonadísimo informe anual² que subrayaba que las exposiciones a ciertas sustancias químicas tienen un impacto “extremadamente subestimado” sobre el riesgo de cáncer.³ Ese fue el primero de los informes anuales del PCP que se enfocó específicamente en el papel que desempeña el medio ambiente en el cáncer, y en él se solicita explícitamente que se hagan más estrictas las regulaciones sobre la exposición a sustancias químicas, pero el Instituto de Medicina evita hacer cualquier recomendación similar. Según el nuevo informe, los datos de laboratorio que relacionan sustancias químicas con riesgos de cáncer humano “pueden muy bien justificar que los organismos reguladores consideren medidas

FACTORES AMBIENTALES INCLUIDOS EN LA REVISIÓN DE EVIDENCIAS DEL COMITÉ*

Hormonas exógenas

- Terapia hormonal
- Anticonceptivos orales

Grasa corporal y grasa abdominal

Aumento de peso en los adultos

Actividad física

Factores dietéticos

- Consumo de alcohol
- Suplementos dietéticos y vitaminas
- Zearanol y zearalenona

Humo de tabaco

- Tabaquismo activo
- Tabaquismo pasivo

Radiación

- Ionización (p. ej., rayos X y rayos gamma)
- Campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja

Trabajo por turnos

Metales

- Aluminio
- Arsénico
- Cadmio
- Hierro
- Plomo
- Mercurio

Productos de consumo y componentes

- Alkilfenoles
- Bisfenol A
- Productos para las uñas
- Tintes para el cabello
- Parabenos
- Compuestos perfluorados
- Ftalatos
- Éteres difenil-polibromados

Sustancias químicas industriales

- Benceno
- 1,3-Butadieno
- Bifenilos policlorados
- Óxido de etileno
- Cloro vinilo

Plaguicidas

- Diclorodifeniltricloroetano/Diclorodifenil dicloroetileno
- Dieldrina y aldrina
- Atrazina

Hidrocarburos policíclicos aromáticos

Dioxinas

* El comité revisó un conjunto selecto de factores para fines de ilustración. Se dispone de datos epidemiológicos, mecanicistas o de animales para muchas otras sustancias químicas que influyen en la tumorigénesis mamaria o cáncer de mama.

Adaptado de: Breast Cancer and the Environment: A Life Course Approach [Cáncer de mama y el medio ambiente: Un enfoque de curso de vida]; recuadro 3-1.

para reducir las exposiciones de la población en el futuro.”

Pero Hiatt señala que el IOM estaba encargado de revisar la evidencia actual, no de recomendar políticas de regulación. En la mayoría de los casos, dice, se requieren más datos humanos para sustentar las relaciones de causa y efecto entre las sustancias químicas y el cáncer de mama. “En general no pudimos encontrar evidencias humanas sólidas de que tuvieran un efecto”, dice. “Los datos estaban ausentes o eran contradictorios, y tuvimos que tomar una decisión con base en lo que sabíamos en 2011”.

La principal recomendación del IOM es que los investigadores adopten un enfoque de “curso de vida” del estudio de la relación entre el cáncer de mama y el medio ambiente, con un mayor énfasis en la exposición en las primeras etapas

de la vida. “Un motivo por el cual podríamos estar errando en los datos humanos es que estamos estudiando a mujeres adultas, mientras que los efectos carcinogénicos pueden ser resultado de exposiciones que ocurren cuando los pechos aún se están desarrollando”, dice Hiatt. “Sabemos por experimentos con animales que esa es una ventana de vulnerabilidad a los insultos químicos”.

En esa misma línea, añade Hiatt, el Instituto Nacional de Ciencias de la Salud Ambiental y el Instituto Nacional de Cancerología están colaborando en el Programa de Investigación sobre Cáncer de Mama y el Medio Ambiente, el cual recluta a sujetos a partir de los seis años de edad. Los dos institutos colaboran también en el Comité Coordinador Interagencial de Investigación sobre Cáncer de Mama y el Medio Ambiente, un organismo creado por un mandato del Congreso

que actualmente prepara un informe exhaustivo sobre las investigaciones a nivel federal sobre los factores ambientales y genómicos relacionados con el cáncer de mama. Se espera que este informe esté disponible a mediados de 2012.

Michael Thun, vicepresidente emérito de vigilancia e investigación epidemiológica de la Sociedad Americana de Cancerología, elogia el informe del Instituto de Medicina por su revisión sistemática de las evidencias disponibles. "Llena un hueco importante", dice. "Coincido con su postura de que tenemos temas de preocupación que requieren investigación, pero éstos se encuentran en una categoría diferente de la de los factores de riesgo bien establecidos".

Diana Rowden, vicepresidente de supervivencia y resultados de la organización "Susan G. Komen for the Cure", añade: "El informe demuestra que las mujeres pueden reducir su riesgo de cáncer de mama con acciones factibles que pueden emprender ahora mismo. Y el reto para nosotros es pensar más en cómo explicar el riesgo de cáncer a la población general: en cómo explicarles la influencia particular que cada uno de los diversos factores ejerce sobre el riesgo. Este es un punto de gran importancia".

Charles W. Schmidt, MS,

Maestro en Ciencias y galardonado escritor científico radicado en Portland, ME, ha publicado en las revistas *Discover Magazine*, *Science* y *Nature Medicine*.

Referencias

1. IOM. Breast Cancer and the Environment: A Life Course Approach. Washington, DC: Institute of Medicine, the National Academies (7 Dec 2011). Available: <http://www.iom.edu/Reports/2011/Breast-Cancer-and-the-Environment-A-Life-Course-Approach.aspx> [accessed 5 Jan 2012].
2. President's Cancer Panel. 2008–2009 Annual Report. Reducing Environmental Cancer Risk: What We Can Do Now. Bethesda, MD: National Cancer Institute, National Institutes of Health, U.S. Department of Health and Human Services (Apr 2010). Available: http://deainfo.nci.nih.gov/advisory/pcp/annualReports/pcp08-09rpt/PCP_Report_08-09_508.pdf [accessed 5 Jan 2012].
3. Cooney CM. Cancer report examines environmental hazards. *Environ Health Perspect* 118(8):A336–A336 (2010); <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.118-a336a>.

Contaminantes orgánicos persistentes

Los compuestos perfluorados pueden reducir la protección de las vacunas en los niños*

Los compuestos perfluorados (PFC), que comúnmente se encuentran en las cacerolas y sartenes antiadherentes, en los embalajes de los alimentos y en la ropa y los muebles repelentes a las manchas, pueden reducir la potencia de las inmunizaciones infantiles, según un nuevo estudio realizado en residentes de las islas Feroe. Los niños con niveles elevados de PFC en la sangre tenían niveles más bajos de anticuerpos para la difteria y el tétanos que los niños con niveles inferiores de PFC. En

algunos casos, las cargas de anticuerpos tendían a ser demasiado bajas para proteger a los niños contra estas infecciones.¹

Los participantes del estudio formaban parte de una cohorte longitudinal de niños nacidos en las Islas Feroe entre los años 1997 y 2000. Los investigadores midieron los anticuerpos contra el tétanos y la difteria en 587 niños de entre 5 y 7 años de edad. Los niños habían sido vacunados contra estas enfermedades de acuerdo con el calendario de vacunación estándar de Dinamarca y las Islas Feroe. La exposición de los

niños a los PFC se estimó con base en muestras de sangre proporcionadas por sus madres poco después del parto y muestras de sangre de los propios niños proporcionadas a la edad de cinco años (los niños pueden verse expuestos a los PFC antes² y después de nacer³).

Las exposiciones a los PFC tanto prenatales como durante la niñez se asociaron con niveles reducidos de anticuerpos. A la edad de cinco años, la duplicación de los niveles del PFC sulfonato perfluorooctano respecto a los niveles prenatales de PFC se vinculó a una reducción de 39% de

* Publicado originalmente en *Environmental Health Perspectives*, volumen 120, número 4, abril 2012, páginas A150.

los anticuerpos contra la difteria. A la edad de siete años, una duplicación de los niveles de PFC respecto a la medición realizada dos años antes se asoció a una reducción de 49% de los anticuerpos contra el tétanos y la difteria combinados. Una cuarta parte de los niños de cinco años de edad tenían un nivel de anticuerpos menor al considerado clínicamente como una protección contra el tétanos, y 37% estaban por debajo del límite de anticuerpos contra la difteria.¹ Los niños con niveles bajos de anticuerpos fueron vacunados nuevamente para potenciar su protección, señala Philippe Grandjean, profesor adjunto de salud ambiental de la Escuela de Salud Pública de Harvard y director del estudio.

Si bien en el estudio se examinan únicamente dos de las principales vacunas que reciben los niños, los resultados sugieren que los PFC pueden hacer perder la protección vitalicia anticipada de más de estos puntales de la prevención de las enfermedades. Se ha demostrado que sólo unos cuantos agentes más, tales como los preparados farmacológicos⁴ y las radiaciones ionizantes⁵ que se utilizan en la terapia contra el cáncer, interfieren con las inmunizaciones infantiles en la misma medida que los PFC de acuerdo con este estudio, añade Grandjean. Algunos estudios realizados en ratones han demostrado que la exposición a los PFC suprimen el sistema inmune,⁶ y ahora los nuevos resultados conectan estas sustancias químicas comunes en el medio ambiente con la inmunotoxicidad en los seres humanos. “Necesitamos explorar esto a mayor profundidad”, dice Grandjean.

Estudios realizados en poblaciones generalmente representativas de mujeres⁷ y niños⁸ estadounidenses sugieren que estos grupos tienen niveles de PFC más o menos iguales, o quizá ligeramente más altos, que los de sus homólogos de las Islas Feroe.¹ “El impacto negativo de los PFC en

¿Qué son los compuestos perfluorados?

Los compuestos perfluorados, o PFC, son sustancias químicas industriales resistentes al agua y a la grasa que se utilizan en los recubrimientos de los platos de cartón, embalajes de alimentos, ropa impermeable, tapicería, sartenes y cacerolas antiadherentes, bolsas de palomitas de maíz para horno de microondas y lubricantes para esquís y tablas de snowboard.^{9,10,11} Dos de los PFC mejor conocidos son el sulfonato perfluorooctano (PFOS) y el ácido perfluorooctano (PFOA). Las personas pueden ingerir PFC en los alimentos y en el agua e inhalarlos en el polvo, aunque no se sabe cuál de estas rutas contribuye más a la exposición.¹² A fin de limitar la exposición, Grandjean recomienda evitar las palomitas de maíz preparadas en horno de microondas, los repelentes de manchas para los muebles y tapetes, y la ropa y los artículos para el hogar tratados con PFC; normalmente estos artículos llevan la etiqueta “resistente a las manchas” o “antiadherente”.

las vacunas infantiles deben considerarse como una amenaza potencial a la salud pública en Estados Unidos”, dice Grandjean.

Las personas tienden a preocuparse por los efectos adversos brutos sobre la salud de la exposición a las diversas sustancias químicas, como el cáncer, señala Paige Lawrence, profesora adjunta de medicina ambiental, microbiología e inmunología y directora del Programa de Capacitación Toxicológica de la Escuela de Medicina y Odontología de la Universidad de Rochester. “Sin embargo, solemos pasar por alto efectos adversos más sutiles, tales como la forma en que las sustancias químicas afectan a nuestra capacidad de combatir las infecciones o alteran el buen funcionamiento de las vacunas”, afirma.

Lawrence califica el estudio de Grandjean como innovador debido a que destaca cuán poco sabemos sobre la forma en que ciertas sustancias químicas del medio ambiente, como los PFC, perturban al sistema inmune.

“La inmunotoxicidad de estas sustancias es algo a lo que debemos prestar mucha más atención”, señala.

Carol Potera,

quien reside en Montana, ha escrito para EHP desde 1996. Escribe asimismo para las revistas *Microbe*, *Genetic Engineering News* y la *American Journal of Nursing*.

Referencias

1. Grandjean P, et al. Serum vaccine antibody concentrations in children exposed to perfluorinated compounds. *JAMA* 307(4):391-397 (2012); <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2011.2034>.
2. Needham LL, et al. Partition of environmental chemicals between maternal and fetal blood and tissues. *Environ Sci Technol* 45(3):1121-1126 (2011); <http://dx.doi.org/10.1021/es1019614>.
3. Vestergren R, Cousins IT. Tracking the pathways of human exposure to perfluorocarboxylates. *Environ Sci Technol* 43(15):5565-5575 (2009); <http://dx.doi.org/10.1021/es900228k>.
4. Paulides M, et al. Antibody levels against tetanus and diphtheria after polychemotherapy for childhood sarcoma: a report from the Late

Effects Surveillance System. *Vaccine* 43(7):2641-2647 (2011); <http://dx.doi.org/10.1016/j.vaccine.2010.12.084>.

5. Inaba H, et al. Longitudinal analysis of antibody response to immunization in paediatric survivors after allogeneic haematopoietic stem cell transplantation. *Br J Haematol* 156(1):109-117 (2012); <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2141.2011.08913.x>.

6. Fair PA, et al. Effects of environmentally-relevant levels of perfluorooctane sulfonate on clinical parameters and immunological functions in B6C3F1 mice. *J Immunotoxicol* 8(1):17-29 (2011); <http://dx.doi.org/10.3109/1547691X.2010.527868>.

7. Calafat AM, et al. Serum concentrations of 11 polyfluoroalkyl compounds in the U.S.

population: data from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999-2000. *Environ Sci Technol* 41(7):2237-2242 (2007); <http://dx.doi.org/10.1021/es062686m>.

8. Kato Y, et al. Polyfluoroalkyl compounds in pooled sera from children participating in the National Health and Nutrition Examination Survey 2001-2002. *Environ Sci Technol* 43(7):2641-2647 (2009); <http://dx.doi.org/10.1021/es803156p>.

9. Vestergren R, Cousins IT. Tracking the pathways of human exposure to perfluorocarboxylates. *Environ Sci Technol* 43(15):5565-5575 (2009); <http://dx.doi.org/10.1021/es900228k>.

10. Trier X, et al. Structural isomers of polyfluorinated di- and tri-alkylated phosphate ester surfactants present in industrial blends and in microwave popcorn bags. *Environ Sci Pollut Res* 18(8):1422-1432 (2011); <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-011-0488-2>.

11. Nilsson H, et al. A time trend study of significantly elevated perfluorocarboxylate levels in humans after using fluorinated ski wax. *Environ Sci Technol* 44(6):2150-2155 (2010); <http://dx.doi.org/10.1021/es9034733>.

12. D'Hollander W, et al. Perfluorinated substances in human food and other sources of human exposure. *Rev Environ Contam Toxicol* 208:179-215 (2010); http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-6880-7_4.

Contaminación ambiental

Cuando se trata de las emisiones de los vehículos eléctricos, el lugar importa*

En un esfuerzo por elevar las ventas, el gobierno chino anunció recientemente que renunciaría al 10% del impuesto sobre las ventas de automóviles eléctricos de fabricación nacional además de ofrecer subsidios gubernamentales por hasta 19 000 dólares por auto.¹ Sin embargo, pese a su reputación de ecológicos, por cada kilómetro los autos eléctricos en China causan unas 3.5 veces más muertes prematuras debido a la contaminación ambiental que los automóviles de gasolina, según estimaciones recientes calculadas para las 34 ciudades más grandes del país.²

En el estudio, los investigadores calcularon las emisiones por persona-km, es decir, por cada persona que se traslada 1 kilómetro en un vehículo

(por ejemplo, si 15 personas viajan 10 km en un autobús, el autobús acumula 150 personas-km). Consideraron cinco tipos de vehículos: automóviles eléctricos (excluyendo los autos híbridos), bicicletas eléctricas y motonetas, automóviles de gasolina, automóviles de diesel y autobuses de diesel. Calcularon las emisiones del escape de los vehículos de gasolina y diesel con base en las normas de emisiones y las cifras publicadas en la literatura revisada por pares. Los vehículos eléctricos no producen emisiones por combustión, pero su impacto en emisiones proviene de las plantas de energía eléctrica que generan la electricidad que utilizan. La gran mayoría de la electricidad en China se obtiene por combustión de carbón² (mientras que en Estados

Unidos el porcentaje es menor al 50%³).

Los autores modelaron la fracción de las emisiones de materia particulada (PM_{2.5}) inhalada por la población para estimar el total de la mortalidad excesiva atribuible a éstas. "Este es el contaminante cuyos impactos sobre la salud, incluyendo su irrefutable asociación con la mortalidad prematura, son los mejor estudiados", dice el coautor Christopher R. Cherry, profesor asociado del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de Tennessee en Knoxville.

Si bien la mortalidad relacionada específicamente con vehículos variaba mucho de ciudad a ciudad, se estimó que los automóviles eléctricos causaban más muertes prematuras

* Publicado originalmente en *Environmental Health Perspectives*, volumen 120, número 6, junio 2012, páginas A230-A231.



Las emisiones de los vehículos eléctricos no se derivan de la gasolina ni del diesel sino del carbón y otras fuentes de energía que alimentan a la red de suministro de electricidad.



© Gao Jinxu/Xinhua Press/Corbis; Inset: © Imaginechina/Corbis

que los autos de gasolina en 33 de las 34 ciudades estudiadas.² “Las emisiones de las plantas de energía eléctrica que funcionan a base de combustión de carbón son comparativamente altas en China debido a la calidad inferior del carbón y a que hay menos plantas que utilicen tecnologías de control de emisiones”, explica el coautor del informe, Julian D. Marshall, profesor asociado de ingeniería ambiental de la Universidad de Minnesota, Mineápolis.

En Shanghai, por ejemplo, se estimó que las emisiones de las plantas eléctricas asociadas a los automóviles eléctricos causan 26 muertes excesivas al año por cada diez mil millones de personas-km, mientras que los autos de gasolina provocan 9 muertes excesivas al año. Los autos de diesel causan aproximadamente 90 muertes excesivas por cada diez mil millones de personas-km. Los autobuses de diesel, que tienen emisiones más bajas por persona-km que los autos de diesel debido a que transportan a más personas, provocan aproximadamen-

te 32 muertes excesivas, y las bicicletas eléctricas, que son las que menos daños ocasionan, provocan sólo unas 3 muertes excesivas por cada diez mil millones de personas-km por año.

No es de sorprender que las implicaciones de esta investigación para otros países sean variables. Vietnam, por ejemplo, depende mucho más del gas natural y de la energía hidráulica que del carbón para su electricidad, dice Cherry, de manera que allí los autos eléctricos causan una tercera parte de la contaminación que ocasionan los autos a gasolina y una décima parte de la contaminación en general en comparación con China. Por el contrario, añade, en India las emisiones promedio de PM_{2.5} del sector energé-

tico son 10% mayores que en China y ocasionan más contaminación por kilómetro por auto eléctrico.

“Es importante recordar que los vehículos eléctricos son sólo tan limpios como la electricidad de la que se cargan, y un futuro de energía limpia incluye tanto el uso de vehículos eléctricos como una red de suministro de electricidad más limpia”, dice Don Anair, ingeniero y analista principal del Sindicato de Científicos Preocupados (en inglés, UCS). Anair señala que la red de suministro de electricidad de Estados Unidos es más limpia que la de China como resultado de las regulaciones de aire limpio y de la mayor inversión en la electricidad renovable (la inversión de Estados Unidos en energía renovable es la segunda en el mundo, después de la de China⁴). La intensidad de las emisiones de la red de suministro de electricidad de Estados Unidos (es decir, las emisiones por unidad de energía producida) continuará mejorando a medida que las plantas no mejoradas de combustión de carbón dejen de operar, añade.

Beijing exige a los vehículos eléctricos de batería de tener que participar en la lotería mensual de placas mediante la cual determina a quiénes les está permitido adquirir un automóvil nuevo. En marzo de 2011, cuatrocientas mil personas contendieron por la asignación mensual de 17 600 placas.⁶ En otro esfuerzo para reducir las emisiones provenientes del tráfico, en ocasiones la ciudad utiliza también un racionamiento por números pares o nones de las placas para controlar el número de autos en circulación.⁷

Un informe del UCS publicado en abril de 2012 reveló que incluso en la región de Estados Unidos que tiene la red de suministro de electricidad con emisiones más intensas, las emisiones de gases invernadero atribuibles a los vehículos eléctricos son equivalentes a las producidas por los autos de gasolina que rinden entre 31 y 40 millas por galón.⁵ Ese informe no incluye la mortalidad atribuible a la exposición a PM_{2.5}.

David C. Holzman, escribe sobre ciencia, medicina, energía, economía y automóviles desde Lexington y Wellfleet, Massachusetts. Sus trabajos se han publicado en las revistas *Smithsonian*, *The Atlantic Monthly* y el *Journal of the National Cancer Institute*.

Referencias

1. China Daily [website]. China Waives Sales Tax on Locally Made EVs, Fuel Cell Cars. Beijing, China: China Daily Information Co. (actualizado el 9 de enero de 2012). Disponible en: http://www.chinadaily.com.cn/business/2012-01/09/content_14404771.htm [consultado el 3 de mayo de 2012].
2. Ji S, et al. Electric vehicles in China: emissions and health impacts. *Environ Sci Technol* 46(4):2018–2024 (2012); <http://dx.doi.org/10.1021/es202347q>.
3. EIA. Electricity Explained. Electricity in the United States [sitio web]. Washington, DC: Administración de Información sobre Energía, Departamento de Energía de Estados Unidos (actualizado el 2 de mayo de 2012). Disponible en: http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=electricity_in_the_united_states [consultado el 3 de mayo de 2012].
4. Ernst & Young. Renewable Energy Country Attractiveness Indices, N° 32. Londres, RU:

- EYGM Limited (febrero de 2012). Disponible en: [www.ey.com/Publication/vwLUAssets/CAI_issue_32_Feb_2012/\\$FILE/CAI_issue_32_Feb_2012.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/CAI_issue_32_Feb_2012/$FILE/CAI_issue_32_Feb_2012.pdf) [consultado el 3 de mayo de 2012].
5. Anair D, Mahmassani A. State of Charge: Electric Vehicles' Global Warming Emissions and Fuel-Cost Savings across the United States. Cambridge, MA: Publicaciones del UCS (abril de 2012). Disponible en: http://www.ucsusa.org/assets/documents/clean_vehicles/electric-car-global-warming-emissions-report.pdf [consultado el 3 de mayo de 2012].
 6. Beijing Waives License Plate Lottery for Electric Vehicles. China.org.cn, Environment section [Sección de Medio Ambiente] (27 de octubre de 2011). Disponible en: http://www.china.org.cn/environment/2011-10/27/content_23738639.htm [consultado el 3 de mayo de 2012].
 7. Beijing to Use Odd-Even Traffic Ban to Ease Traffic during Special Occasions, Bad Weather [en inglés]. CNTV.cn, Sección Noticias, subsección China, a través de la agencia Xinhua (1° de junio de 2011). Disponible en: <http://english.cntv.cn/20110601/102932.shtml> [consultado el 3 de mayo de 2012].

Al diablo con más. Yo quiero mejor

Ray Bradbury, *Más allá de 1984: Las máquinas de gente* (1979)

Salud infantil

Actualizan los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) las directrices sobre la exposición infantil al plomo*

En respuesta al creciente *corpus* de evidencia científica sobre los efectos de la exposición a niveles bajos de plomo,¹ los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (CDC) han anunciado que están cambiando sus directrices respecto a la exposición infantil al metal tóxico, reduciendo a la mitad el nivel de

plomo en la sangre a partir del cual se recomienda realizar una intervención.² Según Jay Dempsey, vocero de los CDC, el organismo estima que el cambio hará que el número de niños afectados se incremente de menos de 100 000 a 372 979. La intervención recomendada implica identificar y eliminar las fuentes de exposición al plomo y llevar a cabo un control de

seguimiento de los niveles de plomo en la sangre.

Desde 1991, los CDC habían fijado en 10 µg/dL el "nivel de preocupación" para los niveles de plomo en la sangre de los niños. Por recomendación de su Comité Asesor sobre la Prevención de la Intoxicación Infantil con Plomo, el organismo está prescindiendo del uso de un número

* Publicado originalmente en *Environmental Health Perspectives*, volumen 120, número 7, julio 2012, páginas A268.

estático. En cambio, su nuevo valor de referencia de 5 $\mu\text{g}/\text{dL}$ se basa en el 97.5^o percentil de los niveles en sangre en niños estadounidenses de entre 1 y 5 años de edad, de acuerdo con las mediciones de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (NHANES). El valor de referencia se actualizará cada cuatro años con base en las dos iteraciones más recientes de la NHANES.²

Los CDC han dejado de lado el término “nivel de preocupación” porque “da una falsa sensación de seguridad a las personas” cuyos hijos tienen niveles de plomo en sangre por debajo del límite, afirma Christopher Portier, director del Centro Nacional de Salud Ambiental de este organismo. La agencia y su comité asesor no encuentran evidencia alguna de que exista un nivel seguro de exposición al plomo para los niños, agrega.

Actualmente hay múltiples estudios que vinculan la exposición a niveles bajos de plomo con problemas

de comportamiento, trastorno de déficit de atención o hiperactividad, y efectos cardiovasculares, inmunológicos y endocrinos adversos, dice Bruce Lanphear, de la Universidad Simon Fraser. Lanphear dirigió en 2005 un estudio en el que siete distintas cohortes longitudinales de diversos países reportaron reducciones de la inteligencia muy similares asociadas a niveles de plomo en sangre por debajo de los 10 $\mu\text{g}/\text{dL}$.³ En junio de 2012, el Programa Nacional de Toxicología concluyó que los efectos de salud adversos se presentan incluso cuando los niveles son inferiores a los 5 $\mu\text{g}/\text{dL}$.⁴

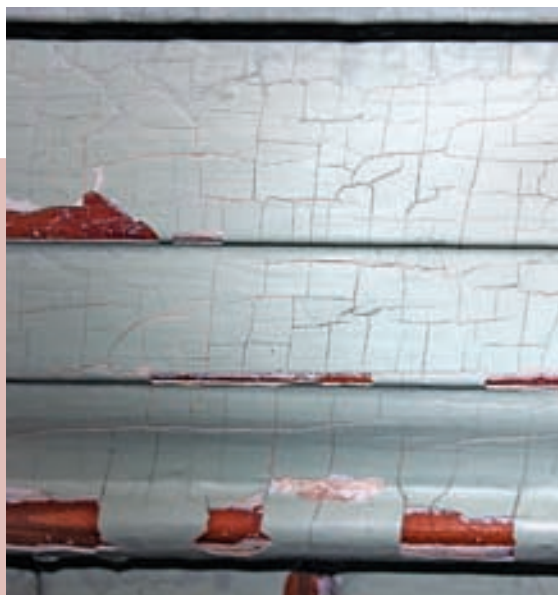
Los hogares pueden ser una importante fuente de exposición al plomo, y los CDC se enfocan en la prevención primaria, señala Mary Jean Brown, jefa de la división de este organismo dedicada a la Prevención de la Intoxicación

por Plomo. “Tenemos que desarrollar un plan para controlar o eliminar los riesgos relacionados con el plomo antes de que los niños se intoxiquen”, añade. Los CDC están trabajando junto con el Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de Estados Unidos y la Agencia de Protección al Medio Ambiente de Estados Unidos para identificar aquellas comunidades en las que un gran porcentaje de los niños tienen niveles elevados de plomo y con miras a tomar medidas para remediar las fuentes de exposición, dice.

“La mayor parte de los niños se ven expuestos sobre todo a través del polvo doméstico que resulta de la desintegración de pintura vieja a base de plomo”, dice Michael Weitzman, profesor de medicina ambiental y pediatría del Centro Médico Langone

La pintura a base de plomo sigue siendo la fuente más importante de intoxicación por plomo entre los niños estadounidenses.¹ Pese a las grandes reducciones en la exposición que siguieron a la eliminación del plomo de la gasolina, se estima que todavía hay pintura a base de plomo en 37.1 millones de hogares en Estados Unidos.⁶ La ingestión de esquirlas de pintura o (más comúnmente) del polvo contaminado que se forma cuando la pintura de plomo se erosiona es la vía usual de exposición pediátrica.

El “cuadriculado” de las grietas superficiales que se ven en esta imagen es típico de la vieja pintura a base de plomo, aunque la ausencia de un cuadriculado no garantiza que una superficie esté libre de plomo, porque puede ser que se haya pintado sobre pintura anterior hecha a base de plomo. Un diagnóstico definitivo requiere de un análisis de fluorescencia con rayos X de cada superficie pintada, sobre todo de aquellas que estén al alcance de los niños pequeños, como los antepechos de las ventanas y los barandales. Se recomienda enfáticamente realizar este análisis en cualquier hogar de Estados Unidos construido antes de 1978, año en que se prohibió el uso residencial de la pintura a base de plomo. Las pruebas deben ser realizadas por un inspector certificado por la EPA o por el departamento de salud local.



Kate Weiss y Charles Kellner

—Dr. Philip J. Landrigan, médico y maestro en ciencias, y Dr. Charles H. Kellner, médico

de la Universidad de Nueva York. Las ventanas viejas son una importante fuente de exposición; otra es la renovación de las casas viejas cuando se hace sin tomar las debidas precauciones, según el Centro Nacional para Viviendas Saludables (NCHH), un organismo sin fines de lucro.

Sin embargo, se sabe menos sobre cómo limpiar estas fuentes de plomo. Lanphear señala la necesidad de contar con métodos eficaces y basados en la evidencia para reducir el plomo en el polvo doméstico, en la tierra, el agua y ciertos productos de consumo. Está trabajando en un estudio que, afirma, demostrará la eficacia de los controles de riesgo de intoxicación por plomo para reducir los niveles de plomo en la sangre de los niños.

Pese a los drásticos recortes que sufrió el Programa de Viviendas Saludables y Prevención de Intoxicación por Plomo de los CDC en el año fiscal 2012,⁵ el anuncio del nuevo valor de referencia, hecho en mayo de 2012, constituye una promesa de acción, señala Portier. Agrega que este organismo desarrollará materiales educativos para explicar a los departamentos de salud, pediatras, organizaciones no gubernamentales y otros grupos lo que significa este cambio y qué acciones tomar de acuerdo a él. Sin embargo, 80% del presupuesto para programas se destinó a apoyar a

programas estatales y locales de prevención de intoxicaciones por plomo que ya no recibirán financiamiento, dice Dempsey. Portier señala que ha visto a muchos de estos programas desaparecer.

Independientemente de cómo se implementen en última instancia las nuevas directrices, Rebecca Morley, directora ejecutiva de NCHH, espera que más familias comiencen a comprender que incluso los niveles muy bajos de exposición al plomo pueden ocasionar daños. Agrega que la decisión impulsará actividades educativas de seguimiento para contribuir a garantizar que “los padres comenzarán a obtener la información que merecen”.

Durante más de doce años, **Kellyn S. Betts** ha escrito acerca de los contaminantes ambientales, sus riesgos y la tecnología encaminada a resolver problemas ambientales, para diversas publicaciones, incluyendo *EHP* y *Environmental Science & Technology*.

Referencias

1. CDC. Low Level Lead Exposure Harms Children: A Renewed Call for Primary Prevention. Atlanta, GA: Comité Asesor sobre la Prevención de la Intoxicación Infantil por Plomo, Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (4 de enero de 2012). Disponible en: http://www.cdc.gov/nceh/lead/acclpp/final_document_010412.pdf [consultado el 13 de junio de 2012].

2. CDC. CDC Response to Advisory Committee on Childhood Lead Poisoning Prevention Recommendations in “Low Level Lead Exposure Harms Children: A Renewed Call for Primary Prevention.” Atlanta, GA: Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (actualizado el 7 de junio de 2012). Disponible en: http://www.cdc.gov/nceh/lead/acclpp/cdc_response_lead_exposure_rec.pdf [consultado el 13 de junio de 2012].

3. Lanphear BP, et al. Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis. *Environ Health Perspect* 113(7):894-899 (2005); <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.7688>.

4. NTP. NTP Monograph on Health Effects of Low-Level Lead Evaluation [prepublication copy]. Research Triangle Park, NC: Programa Nacional de Toxicología, Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos (actualizado el 13 de junio de 2012). Disponible en: <http://ntp.niehs.nih.gov/go/36443> [consultado el 13 de junio de 2012].

5. CDC. National Center for Environmental Health [Centro Nacional de Salud Ambiental]. 2012 Budget Information [Información sobre el Presupuesto para 2012] [sitio web]. Atlanta, GA: Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (actualizado el 14 de febrero de 2012). Disponible en: <http://www.cdc.gov/nceh/information/2012budget.htm> [consultado el 13 de junio de 2012].

6. HUD. American Healthy Homes Survey: Lead and Arsenic Findings. Washington, DC: Oficina de Viviendas Saludables y Control de Peligros por Plomo, Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de Estados Unidos (abril de 2011). Disponible en: http://portal.hud.gov/hudportal/documents/huddoc?id=AHHS_REPORT.pdf [consultado el 13 de junio de 2012].