



## ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE LAS AGUAS PLUVIALES\*

**Las ciudades acondicionan la infraestructura anticuada para el cambio climático**

**S**i no fuera por los segmentos de tubería de cemento de casi 2.7 metros de diámetro, las gigantescas retroexcavadoras amarillas, los altísimos montones de arena y las profundas zanjas que dividen las calles, la sección de Toronto cercana al cruce de las avenidas Connaught y Fargo presentaría el aspecto de un barrio residencial común y corriente. En la primavera de 2011 esta zona de casas contemporáneas de aspecto confortable rodeadas por una arquitectura de paisajes bien cuidados fue una zona de construcciones mientras sus alcantarillas para el agua de lluvia, muchas de ellas de menos de 20 años de antigüedad, eran rotas para reemplazarlas con tubos mucho más grandes. ¿Cuál fue el propósito de todo este desbarajuste? Prevenir la inundación de los sótanos y cocheras que ha asolado a

estos hogares durante las lluvias inesperadamente intensas de los últimos años.

Esta es sólo una de las 32 áreas en toda Toronto donde se tiene programado modernizar el alcantarillado de acuerdo con una nueva normativa de diseño más estricta. Mientras que las viejas tuberías debían captar el volumen de agua que baja de los techos, entradas para automóviles y calles durante el tipo de tormentas que ocurren en promedio cada 2-5 años, las nuevas están planeadas para las tormentas llamadas “de cada cien años”.<sup>1</sup> Anteriormente esas tormentas tendían a ocurrir sólo cada cien años, pero ahora parecen ser más frecuentes, según Michael d’Andrea, director de la Administración de la Infraestructura del Agua para la ciudad de Toronto.

Memphis, Tennessee, 13 de junio de 2011: un empleado del Departamento de Transporte del estado trabaja para destapar un desagüe en la rampa de la Avenida Madison hacia I-240, donde el flujo del tráfico está detenido debido al elevado nivel del agua que cubre el camino. Las lluvias intensas y vientos habían azotado a Memphis más temprano ese día, dejando sin energía eléctrica a decenas de miles de residentes y ocasionando numerosos accidentes de tráfico (incluyendo el que se ve en el fondo). La tormenta ocurrió apenas unas cuantas semanas antes de que la histórica inundación del río Mississippi anegara el sistema de drenaje de la ciudad, enviando aguas negras a los jardines y calles y al propio río.<sup>33</sup>

Foto: © Mike Brown/The Commercial Appeal/ZUMAPRESS.com

\* Publicado originalmente en *Environmental Health Perspectives*, volumen 119, número 12, diciembre 2011, páginas A514-A519.

“Como quiera que se la vea, esta es una normativa de diseño extrema”, dice d’Andrea, y adaptar la infraestructura necesaria a una ciudad densamente desarrollada como Toronto presenta retos técnicos y resulta costoso, sobre todo considerando que las viejas tuberías se encontraban todavía dentro de los límites de su vida útil. “Estamos reconstruyendo sistemas en un área de la ciudad por la que, si todo hubiera permanecido igual, no habríamos tenido motivo para preocuparnos durante varias décadas”, señala.

Pero un clima extremo requiere medidas extremas. Los funcionarios de la ciudad consideraron necesaria la nueva norma después de que dos tempestades enormes, una en mayo de 2000 y otra, aún mayor, en agosto de 2005, ocasionaron el bombardeo de las centrales telefónicas con miles de quejas sobre inundaciones y sobre la penetración de aguas residuales en los sótanos. De hecho, no menos de ocho eventos climáticos considerados extremos, con lluvias que excedieron las de las tormentas de cada 25 años han azotado<sup>2</sup> a Toronto en el cuarto de siglo transcurrido desde 1986. La tromba de 2005, que dejó caer 15 cm de lluvia en alrededor de tres horas, no sólo arruinó muchos sótanos, sino también dañó automóviles, rompió las tuberías de la red de suministro de agua, deslavó secciones enteras de caminos, inundó una planta de tratamiento de aguas



residuales y destruyó una línea de drenaje sanitario, enviando aguas negras a un arroyo.<sup>3</sup> El Instituto para la Reducción de Pérdidas por Catástrofes, un instituto de investigación de la industria de los seguros con sede en Toronto, lo describió como el desastre natural más costoso que le haya ocurrido a Ontario y el segundo más costoso de Canadá, con daños por más de 500 millones de dólares canadienses.

“No puede negarse que en esta área en particular estamos viendo estas tormentas extremas con más frecuencia que en el pasado” dice d’Andrea. “Es un llamado de alerta”, agrega.

El cambio climático ya está afectando los servicios públicos de agua, según un informe presentado en 2009 por la Asociación Nacional de Agencias de Agua Limpia y la Asociación de Agencias Metropolitanas de Agua, grupos de apoyo a la industria con sede en Washington, DC.<sup>4</sup> Una mezcla infernal de tormentas más frecuentes y extremas, sequías y elevación del nivel del mar está comenzando a agobiar la infraestructura del agua de algunas ciudades.

Si bien es típico que los administradores piensen primero en los efectos sobre el suministro de agua potable, muchos se están dando cuenta de que sus sistemas de aguas residuales (en los cuales se centra este artículo) también se verán seriamente afectados, con profundas consecuencias potenciales para la salud pública. En muchos lugares, esos sistemas ya están bajo presión debido al crecimiento poblacional, el desarrollo, la escasez de fondos y los rezagos en el mantenimiento.<sup>5</sup> En una época en la que las ciudades de América del Norte están comenzando apenas a evaluar las posibles consecuencias de la alteración de los patrones climáticos que han prevalecido por mucho tiempo,

unas cuantas, como Toronto, ya se han comprometido a modernizar sus sistemas de aguas residuales teniendo en mente el cambio climático.

### Preparación para el cambio

Cientos de ciudades ya están haciendo frente al cambio climático, reduciendo sus emisiones de gases invernadero.<sup>6</sup> Sin embargo, recientemente muchas han pasado a evaluar sus vulnerabilidades a los cambios de los patrones climáticos y algunas están comenzando a pensar en cómo adaptarse, dice Brian Holland, director de los programas climáticos de ICLEI-Gobiernos Locales por la Sustentabilidad de EUA, un organismo no lucrativo con sede en Boston que ofrece asistencia técnica en materia de planeación para el cambio climático. Holland y un colega canadiense estiman que tal vez haya unas 90 ciudades de Estados Unidos y Canadá formalmente involucradas en la elaboración de planes de adaptación.

Este tipo de planeación no es una tarea fácil y hay mucho en juego por lo que respecta a las infraestructuras costosas para el agua. En un informe de 2009, el Programa de Cambio Climático Global de Estados Unidos predijo que en las próximas décadas, en muchas zonas costeras se elevará el nivel del mar y habrá cada vez más tormentas, y que en general el noreste y el Oeste Medio se volverán más húmedos y podrán esperarse tormentas más severas en todo el país. Sin embargo, mientras los científicos han cobrado una mayor confianza en sus predicciones para áreas y marcos temporales grandes, las investigaciones “a escala reducida” sobre lo que debe esperarse a nivel local o las predicciones más precisas sobre cuándo sobrevendrán los cambios son escasas. Esa es infor-

mación crítica para cualquier proceso de planeación, dice David Behar, director de programas climáticos de la Comisión de Servicios Públicos de San Francisco y vocero de la Alianza Climática de Servicios de Agua, un consorcio de diez grandes proveedores de agua de Estados Unidos. Debido a la incertidumbre, señala Behar, la mayoría de los servicios de agua continúan “viviendo en una era de evaluación, más que en una era de adaptación”.

Las condiciones cambiantes podrían afectar a los sistemas de aguas residuales de diversas maneras. Los niveles del mar constituyen una preocupación obvia en las zonas costeras, donde las aguas han rebasado las de Estados Unidos hasta por 20 cm e incluso más en algunos lugares.<sup>7</sup> Las aguas elevadas y las olas de tormentas pueden inundar o dañar las plantas de tratamiento costeras o sumergir las tuberías de desagüe, inhibiendo el vertido y provocando que retroceda hacia los sótanos y calles. Sin embargo, el principal motivo de preocupación puede ser que las precipitaciones se han vuelto más frecuentes e intensas en todo Estados Unidos, y según las predicciones, esta tendencia va en aumento. Entre 1958 y 2007 el número de días con precipitaciones muy intensas se incrementaron<sup>8</sup> en 8% en Hawaii, en el extremo más bajo, y en 58% en el noreste, en el extremo más alto. Debido a la manera en la que están diseñados muchos sistemas de agua, las aguas pluviales ejercen un gran impacto en la contaminación del agua y, consecuentemente, en la salud pública.

Los sistemas de agua potable están totalmente separados de los sistemas de alcantarillado sanitario y para las aguas pluviales. En general estos sistemas conducen las aguas residuales residenciales e industriales a plantas de tratamiento,

mientras las aguas pluviales son canalizadas, sin tratamiento, hacia las vías fluviales locales. No obstante, unas 772 ciudades de Estados Unidos (en particular las más antiguas del noreste, del Oeste Medio y de la costa del Pacífico Noroeste) han combinado los sistemas de drenaje sanitario con los de las aguas pluviales.<sup>9</sup> Comúnmente en estas ciudades se trata toda el agua residual antes de verterla, pero las lluvias intensas pueden anegar el sistema, enviando un cóctel de organismos patógenos, de ingredientes farmacéuticos activos, sustancias químicas para el hogar, aceite, plaguicidas, excesos de nutrientes y otros contaminantes directamente a las aguas receptoras locales: una situación conocida como desbordes de drenajes combinados (DDC).

Los DDC son regulados y autorizados por la Agencia de Protección al Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA) a través del Sistema Nacional de Eliminación de Vertidos Contaminantes, que exige a los organismos municipales autorizados que diseñen e implementen programas de control de DDC a largo plazo con objeto de que gradualmente lleguen a cumplir con la Ley Federal de Agua Limpia. Es probable que el incremento de las lluvias intensas que se ha predicho para muchas partes del continente dificulte a las ciudades alcanzar sus metas de reducción de DDC.<sup>10</sup>

Sandra McLellan, científica asociada de la Escuela de Ciencias del Agua Dulce de la Universidad de Wisconsin en Milwaukee, ha cuantificado el impacto potencial para Milwaukee. Ella y sus colegas realizaron un estudio de modelación que predecía que las intensas lluvias previstas para la región a mediados del siglo XXI podrían liberar hasta 20% más de aguas residuales no tratadas por medio de los DDC.<sup>11</sup>

La infraestructura deteriorada de agua potable plantea otro problema: la EPA predice que el porcentaje de tuberías para aguas residuales en Estados Unidos que estará en condiciones “malas”, “muy malas” o “caducas” (más allá del tiempo de vida predicho) se incrementará de 23% en el año 2000 a 45% en 2020.<sup>12</sup> Para el año 2008, la agencia calculaba que se requerirían 298 000 millones de dólares para reparar la infraestructura del alcantarillado sanitario y para agua de lluvia.<sup>13</sup> El cambio climático podría elevar esta suma aún más. En su informe de 2009, la Asociación Nacional de Agencias de Agua Limpia y la Asociación de Agencias Metropolitanas del Agua estimaron que la adaptación al cambio climático para el año 2050 le costaría a los servicios de agua de Estados Unidos entre 448 y 944 mil millones de dólares, y esta suma no contempla las respuestas a las emergencias climáticas.<sup>4</sup>

McLellan y sus colegas han demostrado una manera inesperada en que la infraestructura deteriorada ya está ocasionando problemas de contaminación. En un artículo publicado en agosto de 2011, el equipo informó haber encontrado niveles muy elevados de organismos patógenos de heces humanas en los 45 desagües de aguas pluviales de los que recogieron muestras en una zona de Milwaukee con un sistema de alcantarillado separado.<sup>14</sup> Según los autores, esto implica que hay una fuga de aguas negras que se están filtrando de tuberías subterráneas de drenaje sanitario en peligro a ductos cercanos de drenaje de aguas pluviales. En julio de 2011, investigadores de la Universidad de California en Santa Bárbara reportaron un efecto similar durante el período de secas después de añadir un colorante a las alcantarillas. Encontraron el

colorante en drenajes de agua de lluvia cercanos, y posteriormente obtuvieron resultados positivos en pruebas de contaminación con heces fecales humanas.<sup>15</sup> Estos hallazgos demuestran que el incremento de la cantidad de agua de lluvia podría plantear un problema de contaminación incluso en aquellas ciudades que tienen sistemas de alcantarillado separados, en las cuales no suele tratarse el agua de lluvia antes de verterla, dice McLellan.

En conclusión, según McLellan, entre los DDC y la infraestructura deteriorada, el cambio climático no será bueno para la calidad del agua. “Si vemos en promedio lluvias más intensas o más extremas o un mayor número de lluvias, vamos a tener más organismos patógenos que entren en nuestras vías fluviales” dice.

Las personas pueden verse expuestas a organismos patógenos transmitidos por el agua al realizar actividades recreativas como nadar, ir a la playa, remar u otras. Los suministros de agua potable también pueden estar contaminados. Por ejemplo, durante el verano de 2004 hubo un brote de unos 1 450 casos de gastroenteritis en la Isla South Bass en el lago Erie, en Ohio. A juzgar por el zoológico de organismos patógenos humanos detectados, las reservas subterráneas de agua potable se habían contaminado con aguas negras de las plantas locales de tratamiento de aguas residuales y de fosas sépticas después de las lluvias récord que había habido a principios de la primavera.<sup>16</sup> Estos brotes, aunados a desastres naturales considerables entre los que se incluyen las inundaciones catastróficas que en 2010 dejaron en Pakistán a millones de personas aquejadas de enfermedades relacionadas con la inundación, siguen siendo un recordatorio de las poderosas co-

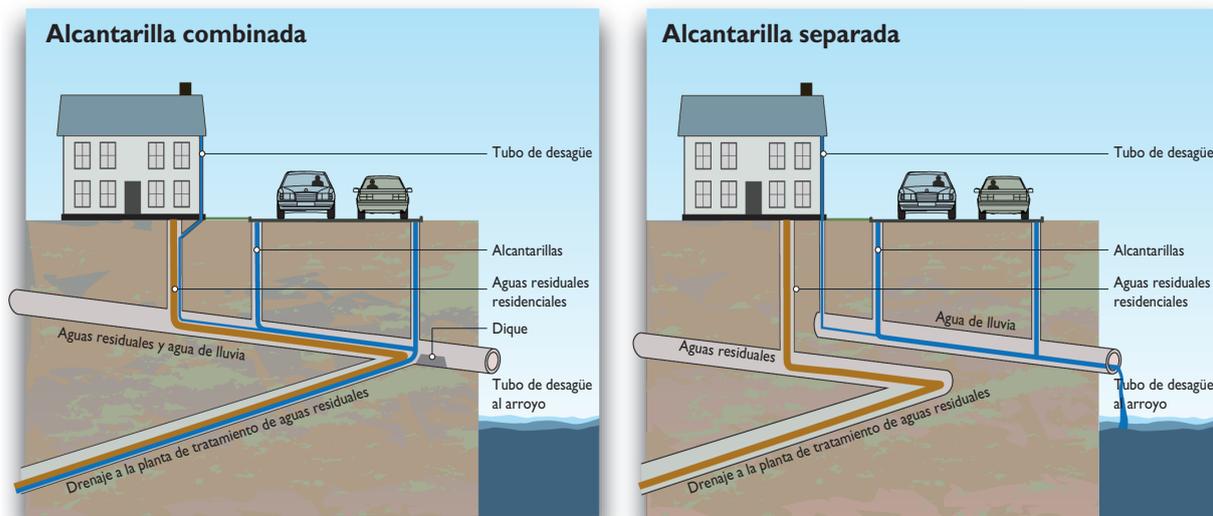


Imagen: Joseph Tart / EHP

Los sistemas de alcantarillado combinado recolectan las aguas pluviales y las aguas residuales en la misma tubería. Estas aguas mixtas son transportadas a una planta donde se las trata antes de verterlas. Si el volumen de aguas residuales de un sistema de alcantarillado combinado excede su capacidad, como durante una tormenta intensa, el sistema está diseñado para verter el exceso, que puede incluir aguas negras y sustancias químicas tóxicas, directamente a los cuerpos de agua cercanos. En un sistema de alcantarillado separado, las aguas negras son dirigidas a una planta a través de un tubo mientras que las aguas pluviales no tratadas se descargan en los cuerpos de agua a través de otro tubo. Sin embargo, incluso en estos sistemas las aguas negras pueden llegar a las vías fluviales, quizás por filtraciones de tuberías deterioradas.

nexiones entre el clima, el agua y la salud humana (las inundaciones que asolaron a Tailandia en el momento en que este artículo entró a la prensa aún no habían causado ningún brote reportado de la enfermedad, si bien sigue habiendo una clara amenaza de enfermedades transmitidas por el agua debido a que una porción significativa del país continuaba inundada para mediados de noviembre de 2011).<sup>17</sup>

Un corpus considerable de investigaciones, que incluye algunas realizadas por McLellan, ha mostrado una clara asociación entre las lluvias intensas y el brote de enfermedades.<sup>18</sup> Por ejemplo, en el año 2001 un análisis de 548 brotes de enfermedades transmitidas por el

agua reportados en Estados Unidos entre 1948 y 1994 demostró que 68% de ellos se habían visto precedidos de lluvias por encima de 80° percentil.<sup>19</sup> De manera similar, un artículo de 2006 reportó que las lluvias extremas habían elevado a más del doble el riesgo de brotes de enfermedades transmitidas por el agua en Canadá entre 1975 y 2001.<sup>20</sup> McLellan espera poder llevar estas investigaciones un paso más allá contribuyendo a una evaluación del riesgo que se está realizando actualmente en todo Wisconsin. El propósito de este proyecto es predecir los índices de enfermedades transmitidas por el agua a causa de los cambios en las lluvias proyectados según las perspectivas de cambio climático para mediados

y fines de este siglo, así como determinar qué niveles de precipitación pueden tener consecuencias graves para la salud pública.

### Las ciudades se vuelven ecológicas

El esfuerzo de Toronto de prevenir inundaciones de los sótanos durante las lluvias extremas es sólo un aspecto de un ambicioso plan de 25 años dirigido al cumplimiento de la ley provincial para controlar los DDC, limpiar las vías fluviales de la ciudad y las playas, y sacudirse su molesta designación de Zona Preocupante según el Acuerdo de Canadá y Estados Unidos sobre la Calidad del Agua de los Grandes Lagos, título

que ha sostenido desde 1987.<sup>21</sup> En vista de que la ciudad cuenta con un sistema de alcantarillado de 2 800 millas de longitud y con drenajes a 2 600 tubos de desagüe, esta es una empresa de magnitud considerable. Y dado que una quinta parte de la infraestructura de agua de la ciudad data de los años 1930 o antes, hay que tomar en cuenta además un rezago de mantenimiento equivalente a 1 700 millones de dólares canadienses.

El plan, conocido como Plan Maestro para el Flujo del Clima Húmedo, se originó en 2003, con un costo estimado de 1 000 millones de dólares, pero en agosto de 2011 el Consejo de la ciudad de Toronto aprobó su siguiente fase, cuyo costo fue de casi 3 500 millones de dólares canadienses. El plan incluye muchos enfoques de “infraestructura verde” que imitan procesos naturales, permitiendo que el agua de lluvia se evapore o se cuele en la tierra, evitando así por completo el sistema de aguas residuales.<sup>21</sup> Sus propuestas incluyen desconectar los tubos de desagüe de los edificios, sembrar árboles e instalar barreras de bio-retención y techos verdes.<sup>22</sup> La restauración de un total aproximado de un kilómetro de arroyos al año, la replantación y el remodelado de las riveras y de los patrones de flujo a fin de combatir la erosión que amenaza las propiedades y de mejorar el hábitat de la fauna y la flora también forman parte del programa.<sup>21</sup>

El plan incluye asimismo proyectos considerables de “infraestructura gris”, es decir, instalaciones y estructuras de ingeniería. La más grande de éstas será una réplica de una de las principales arterias de drenaje sanitario deterioradas que sirva como respaldo y proporcione capacidad adicional para captar las aguas pluviales, así como la instalación de túneles, tanques subterráneos de almacenamiento y

una nueva planta de tratamiento. Esta empresa gigantesca, para la cual se requieren más de 22 km de túneles nuevos, deberá eliminar prácticamente todos los DDC hacia la hermosa zona ribereña central y su tramo del río Don, que actualmente se cuenta entre los ríos más degradados de Canadá, según la Autoridad de Conservación de Toronto y la Región.<sup>23</sup> Y por último, hay algunos proyectos que están entre el verde y el gris, como la construcción de estanques y pantanos para el almacenamiento y filtración de las aguas pluviales.<sup>24</sup>

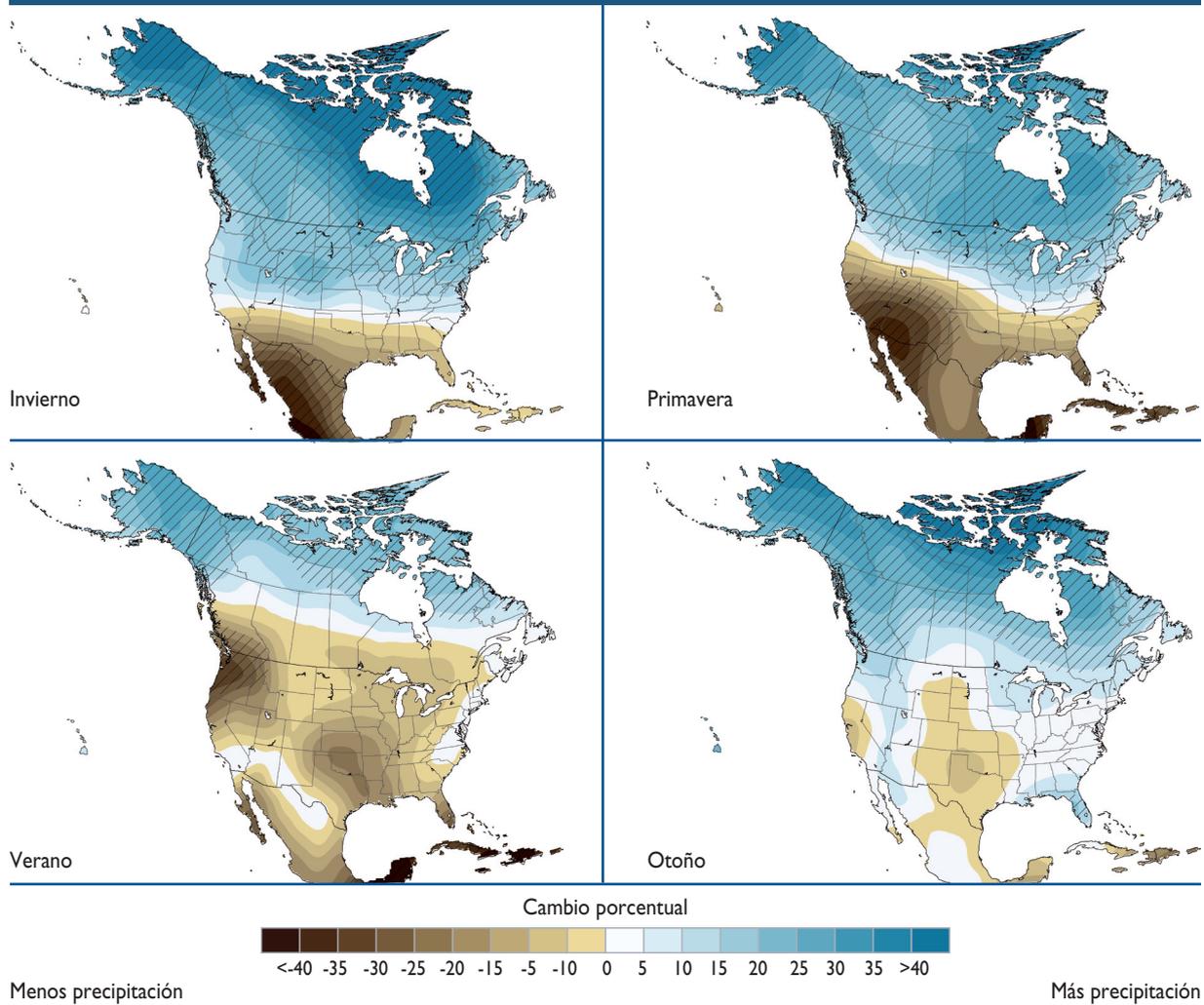
Los esfuerzos realizados por Toronto ya están rindiendo fruto. Ocho de sus once playas han dado un vuelco considerable y se han ganado el estatus de “bandera azul” de la organización canadiense no lucrativa Defensa del Medio Ambiente por cumplir con sus estrictas normas de calidad del agua.<sup>25</sup> Y el porcentaje promedio de días en los que se consideró que las playas eran poco seguras para nadar debido a los altos conteos de coliformes fecales disminuyó de 49 en el año 2000 a 21 en 2010, según Mahesh Patel, director del Departamento de Salud Pública de Toronto. En el año 2003, cuando Toronto desplegó por primera vez su plan para el manejo de las aguas pluviales, el mejoramiento de la calidad del agua era su principal inquietud. Pero a partir de entonces la ciudad ha llegado a considerar el plan como un componente crítico de su estrategia de adaptación al cambio climático, adoptada en 2007.<sup>26</sup>

Otras ciudades de América del Norte están en el mismo camino, aunque sólo un puñado de ellas ha llegado al grado de tomar en cuenta el cambio climático de manera específica en los diseños de sus proyectos. La Autoridad de Recursos Hidráulicos de Massachusetts, por ejemplo, entró pronto en el juego con

la inmensa Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Isla Deer, en Boston, completada en 2001. Al diseñar la planta, los ingenieros la elevaron unos 60 cm adicionales tomando en cuenta la elevación del nivel del mar predicha para el año 2050, en que llegará a su término la vida planeada de la instalación.<sup>7</sup> En San Francisco, donde el nivel del mar ya ha subido 8 pulgadas en el último siglo, las mareas altas han comenzado a inundar ocasionalmente las tuberías de desagüe de aguas residuales que se vacían en el mar, enviando agua salada al sistema de tratamiento, según Behar, de la Comisión de Servicios Públicos de San Francisco. Según él, se espera que el problema empeore, por lo que la ciudad decidió adaptar algunos tubos de desagüe con dispositivos de prevención de reflujo de agua con un costo de hasta 40 millones de dólares.

La lluviosa ciudad de Seattle añadió 6% a los tanques de almacenamiento de DDC para hacer frente a la precipitación adicional que se espera acompañará al cambio climático, según Paul Fleming, director del Grupo de Servicios Públicos para el Clima y la Sustentabilidad de Seattle. Pero dada la poca certeza respecto a la medida exacta en la que se incrementarán las lluvias, la ciudad también está invirtiendo en varias medidas que resultarán benéficas y mejorarán el manejo del agua de lluvia no importa lo que pase, dice Fleming. Éstas incluyen contratar a un meteorólogo y desarrollar un sistema meteorológico en tiempo real llamado “RainWatch”<sup>27</sup> para documentar y predecir la acumulación de las lluvias de modo que la ciudad pueda enviar a equipos a verificar, por ejemplo, que los drenajes de agua de lluvia estén funcionando o incrementen el bombeo en las zonas más afectadas.

Cambio proyectado en la precipitación en América del Norte para 2080-2099



Estos mapas muestran los cambios futuros proyectados en relación con el pasado reciente simulado a partir de 15 modelos climáticos del Proyecto 3 de comparación entre Modelos Acoplados del Programa de Investigación del Cambio Climático. Estas simulaciones suponen un panorama de emisiones más altas. Las áreas sombreadas reflejan las estaciones y lugares en los que hay una mayor coincidencia entre los diversos modelos respecto a la probabilidad de los cambios proyectados. Hay menos certeza en cuanto a los lugares exactos en los que se dará la transición entre las zonas más húmedas y las más secas.

Fuente: Karl et al. (2009)7

Al igual que muchas ciudades, Seattle está enfrentando su problema de DDC por diversos frentes para cumplir con los mandatos de la EPA sobre la calidad del agua, y el cambio climático se ha convertido en una razón más de peso para hacerlo, añade Fleming. Muchas otras ciudades han adoptado esa lógica independientemente de en qué punto se encuentren en el proceso de estudiar cómo podría afectarlas el cambio climático y qué podrían hacer para adaptarse. Entre ellas hay grandes metrópolis como Nueva York, Los Ángeles y Chicago, muchas de las cuales están invirtiendo agresivamente en iniciativas verdes de control de las aguas pluviales como una protección contra la incertidumbre climática.

Filadelfia puede ser la única ciudad que hace un gran énfasis en las estructuras verdes.<sup>28</sup> El estado de

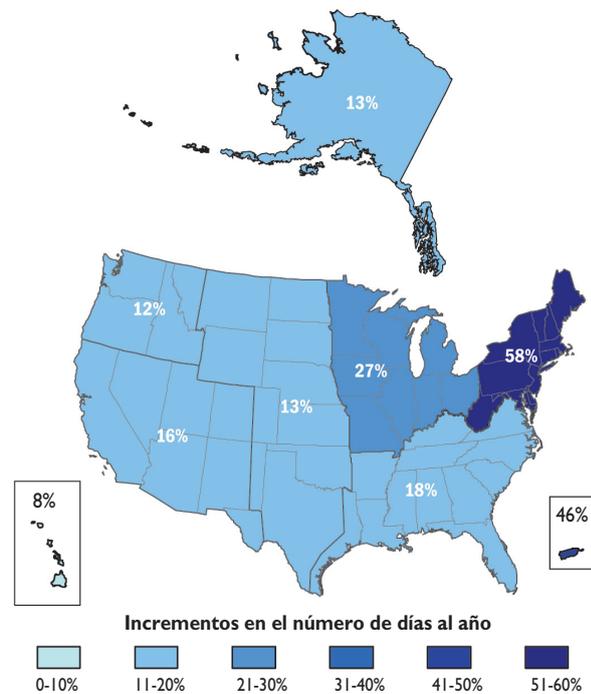
Pensilvania aprobó el plan de 25 años para una Ciudad Verde y Agua Limpia en junio de 2011. Del presupuesto de 2 400 millones de dólares para este plan, 70% se asignó a infraestructuras verdes, pero sólo 14% a la modernización de las plantas de tratamiento.

La ciudad considera que el plan no sólo es una solución a sus enormes problemas de calidad del agua sino también una medida de adaptación al cambio climático, señala Paula Conolly, asesora del Departamento de Agua de Filadelfia. "Ciertamente es más fácil y más factible que la infraestructura verde para el agua de lluvia se ajuste a las condiciones cambiantes que una solución gris más tradicional, como un túnel. Si necesitamos incrementar nuestra capacidad, si necesitamos más infraestructura para manejar los incrementos en la frecuencia o la intensidad de las tormentas, por

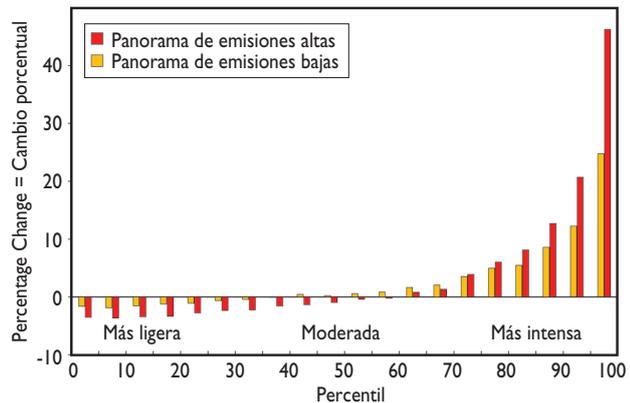
ejemplo, entonces la infraestructura verde para el agua de lluvia es la mejor manera de hacerlo", explica. "Cada dólar que gastamos aquí es un dólar que invertimos en la adaptación al cambio climático".

Las iniciativas verdes para el manejo del agua de lluvia pueden ofrecer asimismo otros beneficios. Los techos verdes reducen el uso de energía y mantienen las ciudades más frescas y los parques y las calles arboladas, incrementan el valor de las propiedades y la calidad del aire,<sup>29</sup> y además generan empleos. En octubre de 2011 un informe del grupo de apoyo "Green for All" ["Verde para Todos"] con sedes en Oakland, California y en Washington DC, calculó que una inversión de 188 000 millones de dólares en proyectos verdes para el manejo del agua de lluvia en los próximos cinco años crearía 1.9 millones de empleos para trabajado-

**Incrementos del número de días con precipitaciones muy intensas (1958-2007)**



**Cambios proyectados en la precipitación ligera, moderada e intensa (para 2090)**



El mapa de la izquierda ilustra en qué medida se han vuelto más frecuentes e intensas las lluvias en todo Estados Unidos en los últimos 50 años, con los mayores incrementos de precipitaciones<sup>8</sup> muy intensas en el Noroeste y en el Oeste medio. La figura que se ve arriba muestra cambios ulteriores proyectados para 2090 (en comparación con los de 1990), expresados en cantidades promedio de precipitación ligera, moderada y pesada en América del Norte.

Fuente (de ambas figuras): Karl et al. (2009)<sup>7</sup>

res muy diversos, desde arboricultores e instaladores de techos verdes hasta reparadores de alcantarillas, y generaría 265 000 millones de dólares en actividad económica.<sup>30</sup>

Por lo que respecta al mejoramiento de la calidad del agua, sin duda las infraestructuras grises tradicionales para las aguas residuales funcionan, dice Tiffany Ledesma Groll, asesora del Departamento de Agua de Filadelfia sobre el plan Ciudad Verde y Agua Limpia. Sin embargo, con un enfoque ecologista, añade, "Tenemos todos estos impactos [positivos] en la sociedad a un nivel social, económico y ambiental... ¿Por qué no habríamos de querer hacerlo de este modo?"

### No desperdicios

Conforme los investigadores, funcionarios urbanos y directores de los servicios públicos lidian con un medio ambiente que está cambiando a su alrededor, está surgiendo una nueva manera de pensar respecto a las aguas residuales y las aguas pluviales. Se está comenzando a ver las aguas residuales como un recurso y no sólo como una molestia contaminante. Después de todo, está cargada de nutrientes capaces de generar ingresos,<sup>31</sup> de energía<sup>32</sup> y, obviamente, de agua, que en muchas partes de América del Norte ya comienza a escasear a medida que el cambio climático cobra fuerza, señala Joan B. Rose, microbióloga co-directora del Centro de Promoción de Evaluación de Riesgos Microbianos y el Centro de Ciencias del Agua de la Universidad Estatal de Michigan.

Se requiere de nueva tecnología para cosechar esos recursos de manera eficiente, así como para eliminar contaminantes del agua recientemente identificados, como los ingredientes farmacéuticos activos y los organismos patógenos

que pueden sobrevivir ilesos al tratamiento, dice Rose, coautora del artículo de 2001 que correlaciona los brotes de enfermedades con las lluvias intensas en Estados Unidos y ha estudiado el brote de la Isla South Bass. "No hemos puesto toda la ciencia y tecnología que requerimos en las aguas residuales", dice, pero no hay mejor momento que el presente para invertir en ellas, aun en una economía precaria de post-recesión.

"Alemania dirigió de hecho la revolución del tratamiento de las aguas residuales en los años 1800", dice Rose. "¿Y si Estados Unidos liderara la nueva revolución en la tecnología que el mundo necesita? Sencillamente es una oportunidad increíble".

**Rebecca Kessler,**

quien reside en Providence, RI, escribe sobre ciencia y el medio ambiente para diversas publicaciones. Es miembro de la Asociación Nacional de Escritores Científicos y de la Sociedad de Periodistas Ambientales.

### Referencias y notas

1. El término "tormenta de cada cien años" se refiere a un evento conocido teóricamente como tormenta con probabilidad de excedencia anual (PEA) del 1%. Una tempestad con PEA del 1% es lo suficientemente severa como para que exista 1% de probabilidades de que sea igualada o excedida en cualquier año dado, y por ende, tiene una recurrencia promedio de cien años, según la Encuesta Geológica de Estados Unidos.
2. Una tormenta de cada 25 años tiene 4% de probabilidades de ser igualada o excedida en cualquier año dado y, por lo tanto, tiene un intervalo de recurrencia promedio de 25 años.
3. ICLR. CAT HotSheet. August 19 Ontario Storm aka "Freaky Friday." Toronto, Instituto para la Reducción de Pérdidas por Catástrofes de Ontario (19 de agosto de 2005). Disponible en: [http://www.iclr.org/images/HotSheet\\_August\\_19\\_storm.pdf](http://www.iclr.org/images/HotSheet_August_19_storm.pdf) [consultado el 15 de noviembre de 2011].
4. NACWA, AMWA. Confronting Climate Change: An Early Analysis of Water and Wastewater Adaptation Costs. Englewood,

CO:CH2M HILL, Inc. (2009). Disponible en: <http://www.nacwa.org/images/stories/public/2009-10-28creport.pdf>. [consultado el 15 de noviembre de 2011].

5. NDWAC. Climate Ready Water Utilities. Final Report of the National Drinking Water Advisory Council. Washington, DC: National Drinking Water Advisory Council (2010). Disponible en: <http://water.epa.gov/drink/ndwac/climatechange/upload/CRWU-NDWAC-Final-Report-12-09-10-2.pdf> [consultado el 15 de noviembre de 2011].

6. Cooney CM. Preparing a people: climate change and public health. *Environ Health Perspect* 119(4):A166-A171 (2011); <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.119-a166>.

7. Karl TR, et al. Global Climate Change Impacts in the US. Washington, DC: Programa de Investigación del Cambio Global de Estados Unidos (2009). Disponible en: <http://globalchange.gov/what-we-do/assessment/previous-assessments/global-climate-change-impacts-in-the-us-2009> [consultado el 15 de noviembre de 2011].

8. Las precipitaciones "muy intensas" se definen como aquellas que tienen un percentil mayor de 99 para todos los eventos de precipitación a lo largo de un periodo basal de 1961-1990.

9. EPA. Combined Sewer Overflows [website]. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency (4 Jan 2011). Disponible en: [http://cfpub.epa.gov/npdes/home.cfm?program\\_id=5](http://cfpub.epa.gov/npdes/home.cfm?program_id=5) [consultado el 15 de noviembre de 2011].

10. EPA. A Screening Assessment of the Potential Impacts of Climate Change on Combined Sewer Overflow (CSO) Mitigation in the Great Lakes and New England Regions (Final Report) [website]. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, 2008. Disponible en: <http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?deid=188306> [consultado el 15 de noviembre de 2011].

11. McLellan S. When it rains, it pours: climate and waterborne disease transmission in urban coast ecosystems [resumen]. Presentada en la Reunión Anual de la Asociación Americana para el Progreso de la Ciencia, Washington, DC, 19 Feb 2011. Disponible en: <http://aaas.confex.com/aaas/2011/webprogram/Paper3507.html> [consultado el 15 de noviembre de 2011].

12. EPA. The Clean Water and Drinking Water Infrastructure Gap Analysis. Washington, DC: Oficina del Agua, Agencia de Protección al Medio Ambiente de Estados Unidos, 2002. Disponible en: <http://www.epa.gov/ogwdw/gapreport.pdf> [consultado el 15 de noviembre de 2011].

13. EPA. The Clean Watersheds Needs Survey (CWNS) 2008 Report to Congress [website]. Washington, DC: Oficina del Agua, Agencia de Protección al Medio Ambiente de Estados Unidos (2008). Disponible en: <http://water.epa.gov/scitech/datait/databases/cwns/2008reportdata.cfm> [consultado el 15 de noviembre de 2001].
14. Sauer EP, et al. Detection of the human specific *Bacteroides* genetic marker provides evidence of widespread sewage contamination of stormwater in the urban environment. *Water Res* 45(14):4081-4091 (2011); <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2011.04.049>.
15. Sercu B, et al. Sewage exfiltration as a source of storm drain contamination during dry weather in urban watersheds. *Environ Sci Technol* 45(17):7151-7157 (2011); <http://dx.doi.org/10.1021/es200981k>.
16. Fong T-T, et al. Massive microbiological groundwater contamination associated with a waterborne outbreak in Lake Erie, South Bass Island, Ohio. *Environ Health Perspect* 115(6):856-864 (2007); <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.9430>.
17. UN Thailand. Thai Floods [website]. Bangkok:United Nations Thailand (15 Nov 2011). Disponible en: <http://th.one.un.org/ThaiFlooding/index.html> [consultado el 15 de noviembre de 2001].
18. Drayna P, et al. Association between rainfall and pediatric emergency department visits for acute gastrointestinal illness. *Environ Health Perspect* 118(10):1439-1443 (2010); <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.0901671>.
19. Curriero FC, et al. The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948-1994. *Am J Public Health* 91(8):1194-1199 (2001); <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11499103>.
20. Thomas KM, et al. A role of high impact weather events in waterborne disease outbreaks in Canada, 1975-2001. *Int J Environ Health Res* 16(3):167-180 (2006); <http://dx.doi.org/10.1080/09603120600641326>.
21. City of Toronto. Wet Weather Flow Master Plan: The Plan in Action. 5-Year Summary Report. Toronto, Ontario:Ciudad de Toronto (2009). Disponible en: [http://www.toronto.ca/water/protecting\\_quality/wwfmp/pdf/wwfmp\\_5yr\\_implementation\\_report.pdf](http://www.toronto.ca/water/protecting_quality/wwfmp/pdf/wwfmp_5yr_implementation_report.pdf) [consultado el 15 de noviembre de 2001].
22. Los jardines de bio-retención de aguas pluviales son zanjas vegetadas diseñadas para captar la contaminación y el cieno de las aguas pluviales que escurren de una superficie dura adyacente antes de que el agua se infiltre en la tierra o entre en la alcantarilla para aguas pluviales. Los techos verdes son techos vegetados instalados encima de los edificios para ayudar a absorber el agua de lluvia antes de que llegue a un sistema de alcantarillado para aguas pluviales.
23. TRCA. The Don River Watershed Issues & Challenges [website]. Toronto, Ontario:Autoridad de Conservación de Toronto y la Región (2011). Disponible en: <http://trca.on.ca/protect/watersheds/don-river/issues--challenges.dot> [consultado el 15 de noviembre de 2001].
24. Un importante proyecto de "infraestructura gris" es de hecho anterior en un año al plan. En 2002 la ciudad completó un túnel de 2.5 millas de largo que distribuye los escurrimientos de aguas pluviales en tres tanques subterráneos de almacenamiento de 15 pisos de alto. Después de que el agua se asienta es tratada con lámparas ultravioletas para matar cualquier bacteria nociva o es enviada a una planta de tratamiento de aguas residuales para ser completamente tratada y posteriormente vertida en el Lago Ontario.
25. Environmental Defence. Map—Blue Flag Canada [website]. Toronto, Ontario:Environmental Defence Canada. Disponible en: <http://environmentaldefence.ca/campaigns/blue-flag-canada/map> [consultado el 15 de noviembre de 2001].
26. City of Toronto. Ahead of the Storm... Preparing Toronto for Climate Change. Toronto, Ontario:Ciudad de Toronto (18 Apr 2008). Disponible en: [http://www.toronto.ca/teo/pdf/head\\_of\\_the\\_storm.pdf](http://www.toronto.ca/teo/pdf/head_of_the_storm.pdf) [consultado el 15 de noviembre de 2001].
27. Seattle RainWatch [website]. Seattle, WA:Departamento de Ciencias Atmosféricas, Universidad de Washington (2011). Disponible en: <http://www.atmos.washington.edu/SPU/> [consultado el 15 de noviembre de 2001].
28. Philadelphia Water Department. Green City, Clean Waters: The City of Philadelphia's Program for Combined Sewer Overflow Control, Program Summary. Philadelphia, PA:Office of Watersheds, City of Philadelphia Water Department (1 Jun 2011). Disponible en: [http://www.phillywatersheds.org/doc/GCCW\\_AmendedJune2011\\_LOWRES-web.pdf](http://www.phillywatersheds.org/doc/GCCW_AmendedJune2011_LOWRES-web.pdf) [consultado el 15 de noviembre de 2001].
29. The City of New York. NYC Green Infrastructure Plan: A Sustainable Strategy for Clean Waterways. New York, NY:New York City Department of Environmental Protection (Sep 2010). Disponible en: [http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green\\_infrastructure/NYCGreenInfrastructurePlan\\_LowRes.pdf](http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/NYCGreenInfrastructurePlan_LowRes.pdf) [consultado el 15 de noviembre de 2001].
30. Green For All. Water Works: Rebuilding Infrastructure, Creating Jobs, Greening the Environment [website]. Oakland, CA:Green For All (2011). Disponible en: <http://www.greenforall.org/resources/water-works> [consultado el 15 de noviembre de 2001].
31. Loughheed T. Phosphorus recovery: new approaches to extending the life cycle. *Environ Health Perspect* 119(7):A302-A305 (2011); <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.119-a302>.
32. Heidrich ES, et al. Determination of the internal chemical energy of wastewater. *Environ Sci Technol* 45(2):827-832 (2011); <http://dx.doi.org/10.1021/es103058w>.
33. Charlier T. Flooding sends sewage into yards, streets in some Memphis neighborhoods. *The Commercial Appeal*, 12 de mayo de 2011, Sección de Noticias, edición en línea. Disponible en: <http://www.commercialappeal.com/news/2011/may/12/pollution-hazards-bubble-trouble/> [consultado el 15 de noviembre de 2001].



Imagen: © Images.com / Corbis

# Compartir la ciencia\*

## POSIBILITAR EL ACCESO GLOBAL A LA LITERATURA CIENTÍFICA

La literatura revisada por pares es el canal formal de comunicación para la comunidad científica. A través de ella, los científicos se comunican sus descubrimientos unos a otros a través de las distancias y del tiempo. Proporciona a la vez un sistema de difusión y un archivo; es fundamental para el esfuerzo de colaboración que constituye la ciencia moderna. Sin acceso a ella, un científico no puede mantenerse al tanto de los avances, no tiene dónde aportar sus hallazgos y se encuentra fuera del círculo de información.

Un problema tradicional para el acceso a la literatura que han enfrentado los investigadores y académicos de los países en desarrollo es la incapacidad de sus instituciones de costear las suscripciones a las revistas, que pueden ascender a miles de dólares por publicación. No obstante, las cosas han estado cambiando, y en los últimos diez años se han visto esfuerzos importantes por hacer las revistas científicas revisadas por pares accesibles para estos miembros de la comunidad de investigadores en forma gratuita o a un precio muy reducido. Asimismo han surgido prestigiosas revistas de acceso libre que teóricamente permiten la consulta irrestricta de todos los artículos que contienen. ¿Pero es el precio de compra el único obstáculo para que los investigadores del mundo en vías de desarrollo participen en el diálogo científico internacional?

### La necesidad de acceso

El verano de 2011 vio el décimo aniversario de la reunión de seis importantes editoriales biomédicas (Blackwell, Elsevier Science, Harcourt Worldwide STM Group, Wolters Kluwer International Health & Science, Springer Verlag y John Wiley) bajo la coordinación de la Organización Mundial de la Salud (OMS), las cuales anunciaron el lanzamiento de la Iniciativa de Acceso a la Investigación de la InterRed-Salud (en inglés, HINARI), también conocida como Programa de Acceso a la Investigación en Salud HINARI. La misión de HINARI era proporcionar acceso en línea gratuito, o a un costo muy bajo, a unas 1 500 revistas de ciencias biomédicas y sociales para las instituciones públicas no lucrativas de las naciones emergentes.

La necesidad era clara: una encuesta realizada por la OMS en el año 2000 demostró que 56% de las instituciones de países con un ingreso bruto nacional per cápita (IBN per capita) por debajo de 1000 dólares no contaban con suscripciones vigentes a ninguna revista internacional.<sup>1</sup> En sus comentarios en honor al décimo aniversario del lanzamiento de HINARI, la directora general de la OMS, Margaret Chan, dijo, refiriéndose a la encuesta: “Los investigadores y académicos de los países en desarrollo calificaron la falta de acceso a la mejor literatura médica y científica

\* Publicado originalmente en *Environmental Health Perspectives*, volumen 119, número 12, diciembre 2011, páginas A520-A523.

como uno de sus problemas más apremiantes. El motivo era simple: falta de dinero para pagar las suscripciones".<sup>2</sup>

El programa HINARI creció, y con 160 editoriales participantes, ahora proporciona de manera gratuita unas 8 000 fuentes de información sobre salud y ciencias biomédicas (principalmente revistas revisadas por pares) a las instituciones de 63 países con un IBN per cápita actual de 1 600 dólares o menos.<sup>3</sup> Para otros 42 países con un IBN per cápita de 1 601-4 700 dólares, se ofrece acceso al precio de 1 000 dólares anuales por institución.

El programa hermano Acceso a la Investigación Mundial en Línea sobre la Agricultura (AGORA), en el que participan más de 40 editores y que es administrado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación en sociedad con la Universidad Cornell, fue lanzado en el año 2003 y actualmente proporciona acceso en línea a más de 1 200 revistas sobre ciencias alimentarias en las mismas condiciones. En 2006, Acceso en Línea a la Investigación sobre el Medio Ambiente (OARE), en el que participan más de 150 editores y que está administrado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en sociedad con la Universidad de Yale, comenzó a proporcionar el mismo tipo de acceso a más de 3 000 revistas sobre ciencias ambientales. Y en 2009, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) lanzó su programa de Acceso a la Investigación para el Desarrollo y la Innovación, que ofrece acceso a bajo costo a más de 200 revistas de ciencia y tecnología de 12 editoriales para las oficinas de patentes e institutos de investigación que cumplen con los requisitos.

Juntos, HINARI, AGORA, OARE y OMPI, conocidos colectivamente como Research4Life [Investigación para la Vida] están poniendo revistas

a disposición de más de 5 000 instituciones usuarias.<sup>4</sup> Iniciativas similares entre las que se incluyen HighWire de la Universidad de Stanford,<sup>5</sup> la Red Internacional para la Disponibilidad de las Publicaciones Científicas (INASP)<sup>6</sup> y ediciones de libre acceso tales como *EHP* y la tabla de publicaciones de la Biblioteca Pública de Ciencias (PLOS) también han mejorado el acceso a la información científica.

"El acceso a la información es la clave para desbloquear la participación de los científicos de países con ingresos bajos y medianos en el discurso científico global", explica Kimberly Parker, directora del programa HINARI, quien reside en Ginebra, Suiza. "Sin la última evidencia relevante para su trabajo y su investigación, nuestros colegas del Sur Global<sup>7</sup> pueden perder un tiempo precioso repitiendo investigaciones conocidas, o bien, pueden desarrollar políticas basadas en conocimientos obsoletos".

El sitio web de Research4Life presenta un testimonio revelador escrito por Shehu U. Abdulahi, vicerrector de la Universidad Ahmadu Bello en Zaria, Nigeria: "Hace algunos años realizamos un experimento para cirugías en ganado y, dado que pensamos que era una excelente investigación, redactamos un manuscrito sobre los hallazgos a fin de publicarlos en una revista. No obstante, después de una revisión, el manuscrito nos fue devuelto con el comentario de que el fármaco que estábamos empleando como anestesia había sido prohibido cinco años antes. Si hubiéramos tenido acceso a publicaciones actualizadas a través de recursos como AGORA, eso no habría ocurrido".<sup>4</sup>

Arun Neopane, editor en jefe de la Revista de la Sociedad de Pediatría de Nepal, señala los beneficios que brinda a la salud pública el acceso a la literatura. "Hace un par de años, las universidades, bibliotecas, colegios médicos y organizaciones

de investigación en Nepal no tenían acceso a la literatura médica relativa a la investigación proveniente de la mayoría de las revistas revisadas por pares", dice. "Antes, sólo teníamos acceso a los resúmenes que se encontraban en PubMed/MEDLINE®. Con el acceso a HINARI, el vasto repositorio de literatura médica se abrió repentinamente para nosotros, y ya no hubo vuelta atrás". Neopane dice que este acceso ha ayudado al personal médico en sus prácticas clínicas y comunitarias e incluso está ayudando indirectamente al país a lograr sus Metas de Desarrollo para el Milenio.<sup>8</sup>

### Uso de la red

Pero el solo hacer que las revistas sean asequibles y estén disponibles en línea puede no ser suficiente. Para ver una revista en línea, primero se necesita una computadora y una conexión a Internet capaz de soportar el flujo de datos. "La disponibilidad de una computadora puede ser un verdadero escollo en algunos países", explica Sue Silver, redactora en jefe de *Frontiers in Ecology and the Environment* [Fronteras en la ecología y el medio ambiente], que junto con un colega imparte en China talleres sobre cómo lograr publicar en las principales revistas occidentales. "En algunas instituciones puede ser necesario compartir una computadora entre un gran número de personas, de modo que el tiempo de acceso puede ser limitado".

La parte espinosa de este problema puede ser grave: un informe de 2007 indicó que los cafés Internet eran el principal punto de conexión con la red para los médicos de posgrado del Hospital Clínico de Lagos y en la Universidad de Yaundé, en Camerún.<sup>9</sup> "Además, en algunos países el suministro de electricidad es poco fiable, de modo que puede ser que una computadora y su enrutador no siempre estén funcionando. A esto

se agregan los problemas para contar con una conexión lo suficientemente rápida para que sea posible navegar, así como los elevados costos de la conexión”, añade Silver.

La velocidad de las conexiones puede ser realmente un problema grave. La revista *EHP*, que publica una edición china como parte de su programa internacional,<sup>10</sup> descubrió que muchos lectores chinos estaban teniendo problemas al descargar archivos grandes de PDF porque sólo tenían acceso a módems de conexión por vía telefónica o conexiones de banda estrecha. Este problema se solucionó cuando la revista comenzó a publicar la versión en línea de su edición china en HTML.

En general, la situación está mejorando, y el acceso a Internet de banda ancha es ahora más accesible, costeable y rápido”. Los nuevos cables bajo el mar han dotado a África de más ancho de banda internacional”, explica Vanessa Gray, analista principal de tecnología informática y de comunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicación (UIT) en Ginebra. “Cada vez más países de África están lanzando servicios móviles de banda ancha de 3G, por lo que son cada vez más las personas que tienen acceso a Internet de alta velocidad”.

Pero si bien estos servicios ayudan a incrementar la cobertura y ofrecen movilidad, Gray señala que generalmente proporcionan sólo un acceso a datos limitados a bajas velocidades, lo que los hace poco aptos para los usuarios intensivos como los investigadores o las instituciones. Los servicios llamados fijos de banda ancha, que son mucho más veloces, suelen estar limitados a las áreas urbanas y siguen siendo muy costosos, dice, y explica: “Los datos arancelarios de la UIT sugieren que en África el costo de una conexión fija de banda ancha de nivel básico a menudo excede el ingreso mensual per cápita promedio”.<sup>11</sup>

Incluso cuando cuenten con una buena conexión, los investigadores pueden requerir capacitación para el uso de los recursos en línea. “Puede ser que los investigadores que han tenido un acceso limitado a Internet simplemente no sepan cómo buscar información o ni siquiera sepan de la existencia de PubMed [y otros recursos]”, dice Silver. Un informe del año 2010 demostró que la capacidad de los investigadores para utilizar recursos electrónicos en cuatro universidades africanas era limitada debido al uso de estrategias de búsqueda poco sofisticadas.<sup>12</sup> Además, un informe publicado en 2007 indicó que sólo 47% de los encuestados en cuatro hospitales clínicos africanos sabían de la existencia de HINARI.<sup>9</sup>

La solución puede ser la capacitación. Research4Life se enfoca en las necesidades de capacitación en informática proporcionando una gama de opciones que van desde cursos breves hasta módulos de capacitación a un ritmo personalizado, así como algunos cursos de educación a distancia”, añade Parker. “[Sin embargo], a fin de cuentas serán las organizaciones regionales y locales como el Centro de Capacitación y Divulgación de Información para África (ITOCA)<sup>13</sup> las que superarán los obstáculos para que los científicos utilicen nuestros recursos de información y otras herramientas de Internet.”

### Resultados de las investigaciones

Sin embargo, el acceso a la literatura no consiste únicamente en poder verla; se trata asimismo de aportar a ella. En la Conferencia Mundial de Periodistas Científicos de 2009, Research4Life informó que sus tres iniciativas habían suscitado un incremento drástico en la publicación de resultados de investigación por los científicos de países en desarrollo.<sup>14</sup> Los análisis demostraron que el crecimiento absoluto de la publicación

de resultados entre 1996 y 2002 habría sido de 25% en países que en aquel entonces no habrían sido incluidos en el programa Research4Life (es decir, países que no cumplían con los requisitos para registrarse debido al IBN per cápita que tenían en ese tiempo), de 22% en países que habrían cumplido los requisitos para el acceso gratuito, y 30% en países que habrían tenido derecho al acceso a bajo precio. Sin embargo, entre 2002 y 2008, con la puesta en marcha del programa Research4Life, estas cifras se incrementaron a 67, 145 y 194%, respectivamente.

Si bien algunos autores han cuestionado la fiabilidad de esas cifras,<sup>15</sup> considerándolas especulativas debido a las limitaciones metodológicas, al parecer hay pocas dudas de que estas iniciativas han ayudado a los investigadores de los países en desarrollo a publicar sus trabajos. Najeeb Al-Shorbaji, director de gestión e intercambio de conocimientos en la sede de la OMS en Ginebra, dice que HINARI ha mejorado la calidad de las publicaciones, incrementado el número de artículos indexados y mejorado la capacidad de investigación en los países participantes.

Por desgracia, la falta de capacitación para la preparación adecuada de los manuscritos sigue siendo un importante obstáculo para muchos investigadores en los países en desarrollo.<sup>16</sup> No obstante, se dispone de ayuda en este respecto a través de organizaciones como AuthorAID,<sup>17</sup> un programa de INASP que ayuda a los investigadores de los países en desarrollo a mejorar sus destrezas de comunicación científica mediante la tutoría personal y talleres sobre las mejores prácticas para la escritura y publicación de textos científicos. Los investigadores del mundo en desarrollo también se enfrentan a una falta de interés en las áreas en las que trabajan por parte de las revistas internacionales.<sup>16</sup> Se ven obligados entonces a publicar en revistas nacio-

nales no indexadas, lo que ocasiona que su trabajo permanezca invisible en gran medida. Por supuesto, la barrera del idioma puede ser un obstáculo para muchos científicos no angloparlantes, puesto que la mayoría de las revistas internacionales se publican en inglés.<sup>18</sup> Incluso cuando estos problemas son superables, es posible que siga existiendo el obstáculo de las cuotas de presentación.

El Proyecto de Asociación de Revistas Africanas<sup>19</sup> ha estado lidiando con muchos de estos problemas durante casi una década, asociando revistas africanas selectas con revistas mentoras en Estados Unidos y Gran Bretaña. Por ejemplo, *Ghana Medical Journal* se ha asociado con *The Lancet*; *Malawi Medical Journal*, con *JAMA*, y *Mali Médical*, con *EHP*. Dichas asociaciones han creado conciencia de la existencia de estas revistas y han mejorado su calidad y, por ende, sus posibilidades de ser indexadas.<sup>20</sup>

Por ejemplo, *EHP* contribuye a dar visibilidad a su socio distribuyendo la versión en línea de la revista malí, proporcionando capacitación sobre la publicación en línea y enviando a catedráticos a Mali para que dirijan talleres regionales sobre preparación de manuscritos, revisiones por pares y publicación. "Gracias al proyecto de asociación, desde el año 2004 *Mali Médical* cuenta con una página web, administrada por *EHP*, y la revista ha sido indexada en MEDLINE y PubMed desde 2008", señala Siaka Sidibé, editor en jefe de *Mali Médical*. "Con estos dos pasos, *Mali Médical* es cada vez más visible, y la revista se difunde en todo el mundo".

Otras iniciativas, tales como el Proyecto de Revistas en Línea, supervisado por el Programa para el Mejoramiento de la Información para la Investigación de INASP,<sup>21</sup> están elevando la visibilidad de las revistas nacionales en América Latina, Asia y África. La OMS y sus oficinas regionales también están compilando bases de datos en la

forma de Index Medici Regionales y un Index Medicus Global.<sup>22</sup> Estos índices basados en la red de las revistas médicas y de salud publicadas en los estados miembros de la OMS ofrecen un mejor acceso y visibilidad para las revistas no incluidas en índices internacionales como MEDLINE.

Actualmente, a diez años del inicio de HINARI, el acceso a la literatura científica parecería ser menos problemático para los investigadores de los países en desarrollo, pero el problema no ha desaparecido del todo. Sólo con un mayor desarrollo de infraestructura y económico al nivel de políticas nacionales y con una capacitación adecuada puede eliminarse verdaderamente, dice Al-Shorbaji. Esto, aunado al entendimiento de que los científicos de las naciones desarrolladas no tienen el monopolio de las ideas ni del conocimiento, debería ser suficiente para alentar la búsqueda de nuevas maneras de mejorar la participación de nuestros colegas en el Sur Global.

#### Adrian Burton

es un biólogo que radica en España y que además escribe con regularidad para las revistas *The Lancet Oncology*, *The Lancet Neurology* y *Frontiers in Ecology and the Environment*.

## Referencias y notas

1. Improving Access to Scientific Information Working Group, Natural Sciences Committee. Improving Access to Scientific Information for Developing Countries: Programas del Reino Unido para el acceso a las sociedades y revistas eruditas. Londres, RU: Comisión Nacional del Reino Unido para la UNESCO, 2008. Disponible en: <http://www.unesco.org.uk/uploads/Improving%20Access%20to%20Scientific%20Information%20-%20May%2008.pdf> [consultado el 13 de octubre de 2011].
2. WHO. Margaret Chan, Directora General de la OMS, Mensaje sobre el 10° aniversario de HINARI [video en línea]. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud, 2011. Disponible en: [http://video.who.int/streaming/Dr\\_Chan\\_Message\\_10\\_Years\\_Hinari.wmv](http://video.who.int/streaming/Dr_Chan_Message_10_Years_Hinari.wmv) [consultado el 13 de octubre de 2011].
3. Las cifras reportadas aquí fueron confirmadas como vigentes en septiembre de 2011 y pueden

no reflejar cifras anteriores reportadas en los sitios web de las organizaciones.

4. Research4Life [página web]. Londres, RU: Research4Life (2011). Disponible en: <http://www.research4life.org/> [consultado el 13 de octubre de 2011].
5. HighWire. Free Access to Developing Economies [página web]. Palo Alto, CA: HighWire/Stanford University (actualizado el 17 de julio de 2011). Disponible en: <http://highwire.stanford.edu/lists/devecon.dtl> [consultado el 13 de octubre de 2011].
6. INASP. PERii: Information Delivery [página web]. Oxford, RU: Red Internacional para la Disponibilidad de las Publicaciones Científicas (2011). Disponible en: <http://www.inasp.info/file/ea36e1cc2424ebadbe73d076d430faa7/perii-information-delivery.html> [consultado el 13 de octubre de 2011].
7. Por "Sur Global" se entienden los países cuyo índice de desarrollo humano está por debajo de 0.8 según los cálculos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo; el término se deriva del hecho de que la mayoría de estos países se encuentran en el Hemisferio Sur. El índice de desarrollo humano se basa en cuatro indicadores: expectativa de vida al momento de nacer, años de escolaridad promedio, años de escolaridad esperados e IBN per cápita. Para 2011, los índices de desarrollo humano oscilaban entre 0.943 para Noruega, situada en el lugar más alto, y 0.286 para la República del Congo, situada en el lugar más bajo (PNUD\_ Informe sobre Desarrollo 2011. Sustentabilidad y equidad: Un mejor futuro para todos. Nueva York, NY: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [2011]. Disponible en: <http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2011/> [consultado el 13 de octubre de 2011]).
8. En 2000 las Naciones Unidas adoptaron ocho Metas de Desarrollo para el Milenio a lograr en 2015. Estas metas sirvieron como marco de prioridades para que las naciones miembros hagan frente a los problemas comunes de una sociedad globalizada. Las metas son: 1) erradicar el hambre y la pobreza extremas; 2) lograr la educación primaria universal; 3) promover equidad de género entre los miembros y empoderar a las mujeres; 4) reducir la mortalidad infantil; 5) mejorar la salud materna; 6) combatir el VIH/SIDA, la malaria y otras enfermedades; 7) garantizar la sustentabilidad del medio ambiente, y 8) desarrollar una asociación global para el desarrollo. Para más información, diríjase a <http://www.un.org/millenniumgoals/> [consultado el 13 de octubre de 2011].
9. Smith H, et al. Access to electronic health knowledge in five countries in Africa: a descriptive study. *BMC Health Serv Res* 7:72 (2007); <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6963-7-72>.
10. *EHP* International Program [página web]. Research Triangle Park, NC: Environmental Health Perspectives, Instituto Nacional de Ciencias de la Salud y el Medio Ambiente, 2011.

Disponible en: <http://ehp03.niehs.nih.gov/static/international.action> [consultado el 13 de octubre de 2011].

11. ITU. ICT Price Basket (IPB) [página web].

Ginebra, Suiza: Oficina para el Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT), Unión Internacional de Telecomunicación, Naciones Unidas (actualizado el 6 de mayo de 2011). Disponible en: <http://www.itu.int/ITU-D/ict/ipb/index.html> [consultado el 13 de octubre de 2011].

12. Harle J. Growing Knowledge. Access to Research in East and Southern African Universities. Londres, RU: Asociación de Universidades Mancomunadas, Woburn House (Nov 2010).

Disponible en: [http://www.arcadiafund.org.uk/sites/default/files/arc\\_pub\\_africanconnectivity\\_theassociationofcommonwealthunis\\_0.pdf](http://www.arcadiafund.org.uk/sites/default/files/arc_pub_africanconnectivity_theassociationofcommonwealthunis_0.pdf) [consultado el 13 de octubre de 2011].

13. ITOCA, o Centro de Capacitación y Divulgación de Información para África es una organización para el fomento de las capacidades que se propone mejorar las destrezas en tecnología informática y de comunicación para bibliotecarios, especialistas en informática, científicos, investigadores y estudiantes en el África Subsahariana. Para más información, dirijase a <http://www.itoca.org/> [consultado el 13 de octubre de 2011].

14. Research4Life. Research Output in Developing Countries Reveals 194% Increase in Five Years: Research4Life Demonstrates Profound Impact on Scholarly Landscape [press release]. Londres, RU:Research4Life (2 de Julio de 2009). Disponible en: [http://www.research4life.org/Documents/Increase\\_in\\_developing\\_country\\_research\\_output.pdf](http://www.research4life.org/Documents/Increase_in_developing_country_research_output.pdf) [consultado el 13 de octubre de 2011].

15. Davis P, Walters W. The impact of free access to the scientific literature: a review of recent research. *J Med Libr Assoc* 99(3):208–217 (2011); <http://dx.doi.org/10.3163/1536-5050.99.3.008>.

16. Langer A, et al. Why is research from developing countries underrepresented in international health literature, and what can be done about it? *Bull World Health Organ* 82(10):802–803 (2004); <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15643806>.

17. AuthorAID [página web]. Oxford, UK: The International Network for the Availability of Scientific Publications (2011). Disponible en: <http://www.authoraid.info/> [consultado el 13 de octubre de 2011].

18. Momem H. Language and multilingualism in scientific communication. *Singapore Med J* 50(7):654–656 (2009).

19. African Journal Partnership Project [página web]. Bethesda, MD:U.S. Biblioteca Nacional de Medicina/ Centro Institucional Fogarty de Estados Unidos(2011). Disponible en: <http://www.ajpp-online.org/index.php> [consultado el 13 de octubre de 2011].

20. NLM. Fact Sheet: MEDLINE® Journal Selection [página web]. Bethesda, MD: Biblioteca Nacional de Medicina, Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos (28 Apr 2011). Disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/jsel.html> [consultado el 13 de octubre de 2011].

21. INASP. PERii: Publishing Support [página web]. Oxford, UK:International Network for the Availability of Scientific Publications (2011). Disponible en: <http://www.inasp.info/file/3a1a5782ece736a02e3751a49b0cf507/perii-publishing-support.html> [consultado el 13 de octubre de 2011].

22. WHO. The Global Health Library (GHL) [página web]. Geneva, Switzerland: World Health Organization (2011). Disponible en: <http://www.who.int/ghl/en/> [consultado el 13 de octubre de 2011].

## Ventajas e inconvenientes de los focos LED de luz blanca con recubrimiento de fósforo\*

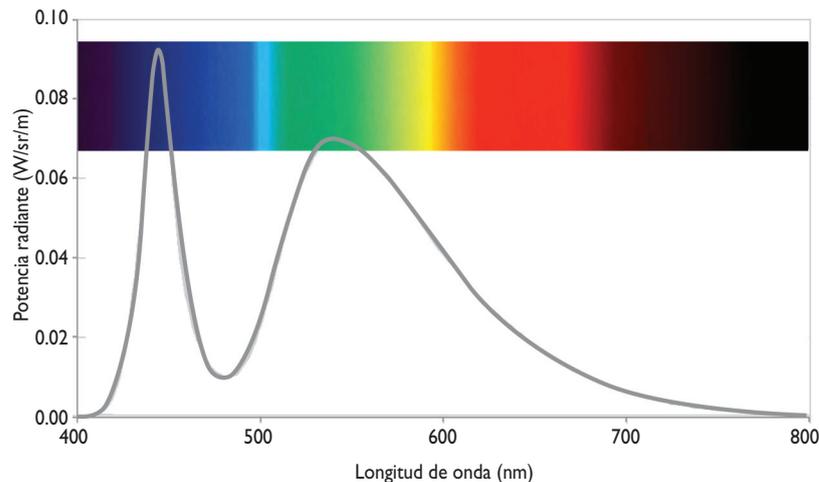
Según se predice, los diodos emisores de luz (en inglés, LED), que utilizan menos energía y duran más incluso que las luces fluorescentes compactas,<sup>1</sup> se convertirán en la vanguardia de la tecnología de iluminación en Estados Unidos a medida que se dejen de producir los focos incandescentes.<sup>2</sup> Sin embargo, Abraham Haim, director del Centro Israelí de Estudios Interdisciplinarios de Cronobiología no introduce focos

de luz blanca LED ni otras luces llamadas de onda corta en su hogar porque le preocupan sus efectos sobre la salud. ¿Por qué? Se ha demostrado que la luz azul como la que emiten los focos LED suprime la producción de la hormona melatonina a un mayor grado que otras longitudes de onda visibles emitidas a la misma intensidad.<sup>3,4</sup> Se ha comprobado que la supresión de melatonina provoca trastornos de los ciclos de sueño y

vigilia y se la ha relacionado con un incremento del riesgo de cáncer de mama.<sup>5</sup> “Las luces modernas... que utilizan la longitud de onda de un rango de entre 460 y 500 nm deben ser consideradas como ‘luz mala’”, dice Haim.

Si bien la luz de los focos LED parece ser blanca, consta de un pico fuerte y agudo de luz blanca de onda corta (en un rango de 460 nm), y una segunda emisión más amplia, situa-

\* Publicado originalmente en *Environmental Health Perspectives*, volumen 119, número 11, noviembre 2011, páginas A472-A473.



La luz LED de apariencia blanca consiste en un pico agudo e intenso de luz de longitud de onda corta en el rango de 460 nm y una segunda emisión, más amplia, en la parte del espectro de longitud de onda más larga.

da en la parte del espectro que es de onda larga. Esta última se obtiene recubriendo una luz azul LED con una capa fluorescente de fósforo que absorbe parte de la luz azul y emite nuevamente luz de una mayor longitud de onda.

Las preocupaciones relacionadas con la luz LED de apariencia blanca se centran en la exposición a la luz azul durante la noche. La luz celeste diurna también es una luz azul enriquecida que parece blanca, explica George Brainard, director del Programa de Investigación sobre el Alumbrado de la Universidad Thomas Jefferson; esta exposición a la luz azul es deseable para poner en marcha el ritmo circadiano humano, que se sincroniza con los ciclos de luz y oscuridad, de las comidas y de la actividad. “Hasta donde sé”, señala Brainard, “los focos LED de luz azul enriquecida de apariencia blanca no plantean el mismo tipo de consecuencias potenciales sobre la salud durante el día”.

Se puede controlar la luz dentro de la casa, pero no fuera. Por eso Haim y otros colegas suyos que están realizando un nuevo estudio están solicitando regulaciones que limiten el uso de ciertos tipos de luz, incluyendo la luz LED, para la iluminación nocturna de exteriores.<sup>6</sup>

El artículo hace una revisión de las investigaciones que demuestran que la exposición nocturna a la luz blanca LED suprime la melatonina a un mayor grado que otros tipos de alumbrado, por ejemplo, con focos incandescentes, de sodio a alta y baja presión o de halogenuros metálicos, e incluye mediciones de la longitud de onda realizadas por los investigadores y otras características espectrales de diversos tipos de luces.

Sin embargo, en su mayor parte el artículo consiste en una serie de recomendaciones para reducir la contaminación lumínica. Además de limitar el uso nocturno de la luz de espectro azul típica de las lámparas de halogenuros metálicos y LED de luz blanca, estas sugerencias incluyen el utilizar tan poca luz como sea posible en los exteriores, apuntando a un incremento cero en el alumbrado exterior total (por ejemplo, no añadir iluminación sin reducir la cantidad o intensidad de la iluminación en otro lugar), y prohibir luces que apunten hacia arriba (por encima de la horizontal).<sup>7</sup>

Los problemas de salud que puede causar la luz LED actual son evitables. “La industria de los focos LED haría bien en desarrollar luces LED de apariencia blanca cuyas emisiones altas no estén en la región

azul del espectro visible para aplicaciones de iluminación exterior”, dice Brainard. “Esto permitiría utilizar un alumbrado de estado sólido más nuevo y energéticamente eficiente, y a la vez evitar las potenciales consecuencias nocivas para la salud de los trastornos circadianos y neuroendocrinos causados por una exposición indebida a la luz por la noche”.

“Los problemas debidos al espectro que producen los LED de luz blanca, en la medida en que existen, no son inherentes a los LED en sí, sino a su implementación actual”, añade Jay Neitz, profesor de oftalmología de la Escuela de Medicina de la Universidad de Washington. “Se están realizando investigaciones para mejorar las características espectrales y la eficiencia de los LED de luz blanca. Si bien por el momento los LED presentan problemas, es probable que éstos se solucionen pronto, conforme se introduzcan mejores tecnologías”.

Fabio Falchi, un científico del Instituto de Ciencia y Tecnología de la Contaminación Lumínica de Italia y primer autor del artículo, coincide en que probablemente los LED serán “el futuro de la iluminación exterior e interior”. Pero añade que hay maneras de controlar la contaminación lumínica de los LED aprovechando su capacidad de encenderse y apa-

garse rápidamente. Sugiere mantener las luces exteriores apagadas o a un nivel bajo a menos que estén en uso, lo cual se podría lograr utilizando luces sensibles al movimiento que alcancen su máxima potencia únicamente cuando se acerque un peatón o un automóvil.

Los autores también piden a los fabricantes que informen en el etiquetado qué proporción de la luz de un foco se emite en la longitud de onda más corta, capaz de trastornar el ciclo circadiano, del mismo modo que a la industria alimentaria se le exige que incluya los contenidos nutricionales en las etiquetas. “Tenemos que prestar atención a varios aspectos de la luz a los que normalmente no atendemos”, dice Falchi.

No todos los investigadores coinciden en que los LED de luz blanca representen un peligro para la

salud humana. Neitz señala que los estudios que muestran una supresión de melatonina causada por los LED no simulaban exposiciones como las que ocurren en la vida real. Por ejemplo, en algunos de los estudios los participantes debían introducir su cabeza en un domo que exponía todo su campo visual a una sola longitud de onda lumínica.<sup>4</sup>

“Hay una gran distancia entre eso y argumentar sobre contaminación lumínica, puesto que se está hablando de niveles lumínicos bastante bajos, muy por debajo de un nivel que pudiera afectar en un grado significativo nuestros ritmos circadianos”, dice Neitz. Las exposiciones reales incluyen luz de múltiples anchos de banda y proveniente de muchas fuentes diversas, y en el contexto de todas esas exposiciones, la sensibilidad incrementada a la luz de longitud

de onda corta no significaría una diferencia importante, añade.

Brainard coincide en que la mayoría de los estudios realizados hasta la fecha no han reproducido las exposiciones en condiciones reales. Sin embargo, agrega que es demasiado pronto para llegar a conclusiones firmes debido a que el conocimiento sobre los efectos de la luz sobre la salud está en constante evolución. Por ejemplo, el primer estudio que muestra la supresión de melatonina derivada de cualquier tipo de luz utilizó una intensidad de 2 500 lux, pero estudios más recientes han demostrado que hay supresión con menos de 1 lux.<sup>8</sup> “En los años noventa nadie imaginaba que era posible suprimir la melatonina en los seres humanos con menos de un lux”, dice Brainard. “La regulación de las respuestas neuroendocrina,



En 2009 la ciudad de Nueva York lanzó un programa piloto para evaluar la capacidad de los faroles callejeros de LED de reducir las emisiones de gases invernadero y mejorar la eficiencia energética. Sin embargo, la exposición nocturna a la luz con tinte azul puede tener efectos adversos sobre el ritmo circadiano.

Foto: © Ryan Ryle / Corbis

circadiana y de neurocomportamiento a la luz en los seres humanos y las consecuencias de esa regulación van a resultar mucho más complicadas y matizadas de lo que se haya soñado jamás”.

**Angela Spivey**  
 escribe desde Carolina del Norte  
 sobre medicina, salud ambiental  
 y finanzas personales.

### Referencias y notas

1. Service RF. Energy efficiency: The quest for white LEDs hits the home stretch. *Science* 325(5942):809 (2009); [http://dx.doi.org/10.1126/science.325\\_809](http://dx.doi.org/10.1126/science.325_809).

2. The Energy Policy Act of 2005. Public Law No. 109-58. Disponible en: <http://tinyurl.com/3swp6dg> [consultado el 4 de octubre de 2011].

3. West KE, et al. Blue light from light-emitting diodes elicits a dose-dependent suppression of melatonin in humans. *J Appl Physiol* 110(3):619-626 (2011); <http://dx.doi.org/10.1152/japplphysiol.01413.2009>.

4. Brainard GC, et al. Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor. *J Neurosci* 21(16):6405-6412 (2001); <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11487664>.

5. Blask DE, et al. Circadian regulation of molecular, dietary, and metabolic signaling mechanisms of human breast cancer growth by the nocturnal melatonin signal and the consequences of its disruption by light at night. *J Pineal Res* 51(3):259-269; (2011); <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-079X.2011.00888.x>.

6. Falchi F, et al. Limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility. *J Environ Manag* 92(10):2714-2722 (2011); <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.06.029>.

7. Para más información sobre métodos para reducir la contaminación lumínica, véase: Claudio L. Switch on the night: policies for smarter lighting. *Environ Health Perspect* 117(1):A28-A31 (2009); <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.117-a28>.

8. Glickman G, et al. Ocular input for human melatonin regulation: relevance to breast cancer. *Neuroendocrinol*, Carta 23(suplemento 2) 17-22 (2002).

## Los respiraderos de las secadoras: una fuente de contaminación soslayada\*

Es fácil saber cuando los vecinos están lavando: basta con percibir el aroma de los productos para lavar la ropa en el aire. En un estudio reciente, los investigadores han identificado componentes de esas emisiones perfumadas que se clasifican como contaminantes ambientales peligrosos y de los que se sabe que son o pueden ser carcinógenos.<sup>1</sup> La conclusión es, dice la primera autora Anne Steinemann, que “hay sustancias químicas peligrosas que salen de los respiraderos de las secadoras”. No obstante, se ha investigado muy poco si la exposición a esas sustancias químicas en el contexto de las emisiones de los respiraderos tiene o no efectos adversos.

Los estudios toxicológicos han demostrado que muchos ingredientes individuales de las fragancias son seguros en las concentraciones en las

que se los utiliza en los productos de consumo.<sup>2</sup> Sin embargo, se ha documentado que la exposición a los productos perfumados causa irritación de los ojos y de las vías respiratorias, dermatitis de contacto, migrañas y reacciones asmáticas, en particular en las personas sensibles.<sup>3-7</sup> Según un artículo publicado en el 2000, los ratones expuestos a emisiones de cinco productos suavizantes de telas experimentaron irritación sensorial y pulmonar y limitación en el flujo de aire.<sup>8</sup> Y en una encuesta telefónica realizada en 2005-2006 a nivel nacional, Steinemann y su colega Stanley M. Caress encontraron que 10.9% de los 1 058 encuestados en Estados Unidos respondieron que les irritaban los productos para lavar la ropa que salían de los respiraderos y se esparcían en el ambiente.<sup>9</sup>

En el estudio actual, Steinemann, profesora de ingeniería civil y ambiental y relaciones públicas en la Universidad de Washington y sus colegas identificaron los compuestos de una de las marcas más vendidas de detergente para lavadoras y de toallas antiestáticas para la secadora mediante un análisis tipo *headspace* con cromatografía de gases/espectrometría de masas (CG/EM), tomando una muestra del aire por encima de 2 g de producto colocado dentro de un recipiente de vidrio sellado durante 24 horas. Los investigadores lavaron un total de seis cargas de toallas de algodón orgánico nuevas y previamente enjuagadas en las lavadoras y secadoras de dos hogares situados en el área de Seattle. Realizaron un análisis con CG/EM de las emisiones de los respiraderos de las secadoras

\* Publicado originalmente en *Environmental Health Perspectives*, volumen 119, número 11, noviembre 2011, páginas A474-A475.

en las que no se utilizó otro producto para lavar la ropa más que detergente, y detergente seguido de dos toallas antiestáticas para secadora.

Los investigadores identificaron un total de 29 compuestos orgánicos volátiles (COV) únicos en las emisiones de los respiraderos de las secadoras. También se identificaron en el análisis *headspace* diez COV en las emisiones cuando se utilizaron productos para lavar ropa. La Agencia de Protección al Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA) clasifica siete de los COV encontrados en las emisiones (acetaldehído, benceno, etilbenceno, metanol, *m/p*-xileno, *o*-xileno y tolueno) como contaminantes ambientales peligrosos.<sup>10</sup> La EPA considera que el acetaldehído es un probable carcinógeno<sup>11</sup> y que el benceno (encontrado en dos muestras de emisiones de los respiraderos de las secadoras) es un carcinógeno humano conocido.<sup>12</sup>

Los tres COV presentes en las concentraciones más altas fueron acetaldehído, en una concentración máxima de 47  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.03 ppm); acetona, en una concentración máxima de 36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.02 ppm), y etanol, en una concentración máxima de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.03 ppm). Estos valores exceden las concentraciones ambientales anuales para el área local en más de 10 veces en el caso de la acetona y en más de 25, en el del acetaldehído.<sup>1</sup> Si bien se requeriría una evaluación de la exposición real antes de poder hacer predicciones sobre los efectos de las emisiones de los respiraderos de las secadoras sobre la salud, los valores están muy por debajo de los Niveles Guía de Exposición Aguda establecidos por la EPA para estas sustancias químicas (200 ppm/10 min para la acetona y 45 ppm/10 min para el acetaldehído).<sup>13</sup> La Asociación Americana de Higiene Industrial estableció un nivel guía comparable de 1 800 ppm/1 hr para el etanol.<sup>14</sup>

Charles Weschler, químico de la Universidad de Medicina y Odontología de Nueva Jersey especializado en los contaminantes ambientales, que no participó en este estudio, se refirió a él como “una buena prueba de que las actividades en los interiores pueden aportar contaminantes a los ambientes exteriores”. También ofrece un argumento convincente en sentido de que algunos COV en las emisiones de los respiraderos probablemente provienen de los productos para lavar la ropa, dice. “Uno los ve en el análisis *headspace*, y luego encuentra algunos de estos mismos componentes en las emisiones”, comenta.

Wechsler señala que las concentraciones reportadas de acetaldehído son lo suficientemente elevadas para ser causa de preocupación sobre la irritación sensorial que podría presentarse si las secadoras se ventilan en los interiores, como ocurre en ocasiones de manera intencional cuando se utilizan ciertos equipos de ventilación para secadoras o por accidente cuando los equipos no funcionan bien.

Ladd Smith, presidente del grupo de industrias del Instituto de Investigación de Materiales de Fragancias, situado en Woodcliff Lake, Nueva Jersey, que publicó un comunicado de prensa en el que criticaba el estudio,<sup>15</sup> es mucho más escéptico. Expresa su preocupación en el sentido de que el estudio sugiere que el problema radica en los productos de lavandería sin probar que los COV tienen su origen en ellos ni descartar el aire del ambiente, los paños o las secadoras mismas como fuentes potenciales. Para ello, dice, se requiere de un estudio controlado mucho mayor. Mientras éste no se lleve a cabo, añade, el estudio actual proporciona detalles insuficientes sobre marcas, modelos y ajustes de las lavadoras y secadoras utilizadas incluso para que los investigadores independientes puedan reproducirlo.

“Realmente no se observan tendencias fáciles de explicar” en los datos, dice Smith. Por ejemplo, ciertas sustancias químicas aparecieron en concentraciones más altas en el aire de los respiraderos cuando se utilizó detergente solo que cuando se utilizaron tanto detergente como paños para las secadoras. También señala que sólo un puñado de las sustancias químicas identificadas, incluyendo el acetaldehído, la acetona y el etanol, son ingredientes de las fragancias, y que algunos de ellos se producen de manera natural.

Steinemann coincide en que se requiere más trabajo. Su siguiente paso, afirma, será un estudio en el que se comparen las emisiones de los respiraderos de las secadoras durante el uso de productos perfumados y productos sin fragancia.

La Asociación Internacional de Fragancias ha publicado una lista de más de 3 100 materiales cuyo uso en los compuestos de las fragancias es reportado por los fabricantes.<sup>16</sup> Sin embargo, ni la Administración de Medicamentos y Alimentos<sup>17</sup> ni la Comisión para la Seguridad de los Productos de Consumo<sup>18</sup> exigen que se mencionen los ingredientes individuales de las fragancias en las etiquetas o en las Hojas de Datos de Seguridad de los Materiales. Steinemann y sus colegas señalan que, de los COV identificados, sólo el etanol figuraba en la etiqueta o en las hojas de cualquiera de los dos productos.<sup>1</sup>

**Rebecca Kessler,**

quien reside en Providence, RI, escribe sobre ciencia y el medio ambiente para diversas publicaciones. Es miembro de la Asociación Nacional de Escritores Científicos y de la Sociedad de Periodistas Ambientales.

## Referencias y notas

1. Steinemann AC, et al. Chemical emissions from residential dryer vents during use of fragranced laundry products. *Air Qual Atmos Health*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/>

- sl1869-011-0156-1 [consultado en línea el 19 de agosto de 2011].
2. Belsito D, et al. A safety assessment of branched chain saturated alcohols when used as fragrance ingredients. *Food Chem Toxicol* 48(suppl 4):S1-S46 (2010). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2010.05.046>
  3. Elberling J, et al. Mucosal symptoms elicited by fragrance products in a population-based sample in relation to atopy and bronchial hyper-reactivity. *Clin Exp Allergy* 35(1):75-81 (2005). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2222.2005.02138.x>
  4. Johansen JD. Fragrance contact allergy: a clinical review. *Am J Clin Dermatol* 4(11):789-798 (2003). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14572300>
  5. Kelman L. Osmophobia and taste abnormality in migraineurs: a tertiary care study. *Headache* 44(10):1019-1023 (2004). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1526-4610.2004.04197.x>
  6. Kumar P, et al. Inhalation challenge effects of perfume scent strips in patients with asthma. *Ann Allergy Asthma Immunol* 75(5):429-433 (1995). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7583865>
  7. Millqvist E, Löwhagen O. Placebo-controlled challenges with perfume in patients with asthma-like symptoms. *Allergy* 51(6):434-439 (1996). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1398-9995.1996.tb04644.x>
  8. Anderson RC, Anderson JH. Respiratory toxicity of fabric softener emissions. *J Toxicol Environ Health Part A* 60(2):121-136 (2000). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/009841000156538>
  9. Caress SM, Steinemann AC. Prevalence of fragrance sensitivity in the American population. *J Environ Health* 71(7):46-50 (2009). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19326669>
  10. EPA. Technology Transfer Network. Air Toxics Web Site. Original List of Hazardous Air Pollutants [website]. Washington, DC:U.S. Environmental Protection Agency (actualizada el 12 de noviembre de 2008). Disponible en: <http://tinyurl.com/yjunv3o> [consultada el 29 de septiembre de 2011].
  11. EPA Technology Transfer Network. Acetaldehyde [página web]. Washington, DC:U.S. Environmental Protection Agency (actualizada el 6 de noviembre de 2007). Disponible en: <http://tinyurl.com/6aloadj> [consultada el 29 de septiembre de 2011].
  12. EPA Technology Transfer Network. Benzene [página web]. Washington, DC:U.S. Environmental Protection Agency (actualizado el 4 Feb 2011). Disponible en: <http://tinyurl.com/kt77mz> [consultada el 29 de septiembre de 2011].
  13. EPA. Acute Exposure Guideline Levels (AEGs). AEGs Chemical Data [página web]. Washington, DC:U.S. Environmental Protection Agency (actualizada el 4 de agosto de 2010). Disponible en: <http://tinyurl.com/66xejph> [consultada el 29 de septiembre de 2011].
  14. AIHA Guideline Foundation. 2011 DRPG/WEEL Handbook. Current ERPG™ Values (2011). Fairfax, VA:American Industrial Hygiene Guideline Foundation (2011). Disponible en: <http://tinyurl.com/4x576v2> [consultada el 29 de septiembre de 2011].
  15. RIFM. Attack on Fragranced Laundry Products: "Non-Scents" [comunicado de prensa]. Woodcliff Lake, NJ:Research Institute for Fragrance Materials, Inc. (26 Aug 2011). Disponible en: <http://tinyurl.com/3vyzh2f> [consultada el 29 de septiembre de 2011].
  16. IFRA. Public. Issues. Ingredients [página web]. Ginebra, Suiza: International Fragrance Association (2011). Disponible en: <http://tinyurl.com/6chusk6> [consultada el 29 de septiembre de 2011].
  17. FDA. Code of Federal Regulations, Title 21, Part 701. Cosmetic Labeling, §701.2-§701.9. Washington, DC:U.S. Food and Drug Administration (2001). Disponible en: <http://tinyurl.com/3224kko> [consultada el 29 de septiembre de 2011].
  18. Consumer Product Safety Act, Public Law 92-573, 86 Stat. 1207 (1972). Disponible en: <http://tinyurl.com/32b4duc> [consultada el 29 de septiembre de 2011].