





Salud Pública y Nutrición Humana

# Reflexiones acerca de la relación ambiente y salud

Pensando en ambientes saludables



# Reflexiones acerca de la relación ambiente y salud

Pensando en ambientes saludables

JUAN CARLOS ESLAVA CASTAÑEDA  
Editor



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Bogotá, D. C., 2016

---

Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia

Reflexiones acerca de la relación ambiente y salud : pensando en ambientes saludables /  
Juan Carlos Eslava Castañeda, editor. -- Primera edición. -- Bogotá : Universidad  
Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Medicina. Departamento de  
Salud Pública, 2016

150 páginas : ilustraciones, 9 figuras. -- (Salud pública y nutrición humana)

Incluye referencias bibliográficas y notas pie de página

ISBN : 978-958-775-795-8 (papel).-- ISBN : 978-958-775-796-5 (digital). --

ISBN : 978-958-775-797-2 (IPD)

1. Salud ambiental 2. Promoción de la salud - Colombia 3. Calidad del aire -  
Colombia 4. Piel - Efectos de radiación 5. Radiación ultravioleta 6. Contaminación del  
Aire - Bogotá - Colombia 7. Legislación Ambiental I. Eslava Castañeda, Juan Carlos,  
1969-, editor II. Título III. Serie

CDD-21 613.1 / 2016 NLM WA30.5

---

- © Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá  
Facultad de Medicina, Departamento de Salud Pública  
Doctorado Interfacultades en Salud Pública
- © Vicerrectoría de Investigación  
Editorial Universidad Nacional de Colombia
- © Juan Carlos Eslava Castañeda  
Editor
- © Autores varios  
Luis Jorge Hernández Flórez, Rodrigo Sarmiento,  
Samuel David Osorio García, Gregorio Mesa Cuadros,  
Néstor Y. Rojas Roa, Jesús Alberto Ágreda,  
María Teresa Ochoa Manjarrés, Juan Carlos Eslava Castañeda

Primera edición, septiembre de 2016

ISBN: 978-958-775-795-8 (papel)

ISBN: 978-958-775-797-2 (IPD)

ISBN: 978-958-775-796-5 (digital)

Colección Salud Pública y Nutrición Humana  
Facultad de Medicina

*Fotografía de cubierta*  
Ángela Pilone Herrera

*Preparación editorial*  
Editorial Universidad Nacional de Colombia  
direditorial@unal.edu.co - www.editorial.unal.edu.co  
Pablo Emilio Daza Velásquez - coordinador editorial  
Olga Lucía Cardozo Herreño - diagramadora

*Diseño de colección*  
Ángela Pilone Herrera

*Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio  
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.*

Impreso y hecho en Bogotá, D. C., Colombia.

La medicina es un área de constante evolución. La investigación básica, clínica y de salud pública día a día introduce nuevos elementos que aportan al manejo de los pacientes, en lo que respecta a la prevención, diagnóstico y tratamientos de las patologías. En consecuencia, se sugiere a los lectores revisar los últimos conocimientos relativos al manejo de las patologías específicas. Ni los editores, ni los autores asumen responsabilidad alguna por los daños que pudieran generarse a personas o propiedades como consecuencia del uso inapropiado de esta obra o de los contenidos de la misma, o por cualquier error u omisión que se haya producido.

# Contenido

	Presentación	11
1.	Enfoques conceptuales de la relación ambiente y salud	15
	Introducción	15
	La relación ambiente y salud	17
	El ambiente en los diversos paradigmas del proceso salud-enfermedad	20
	La relación ambiente y salud en el modelo OMS	25
	La relación ambiente y salud en el modelo de determinación social	27
	Debate determinantes-determinación	28
	La relación ambiente y salud en el modelo ecosocial de la distribución de la enfermedad	29
	La relación ambiente y salud desde la salud colectiva	30
	Retos y perspectivas en el abordaje de la relación salud-ambiente	32
	Vigilancia epidemiológica o monitoreo crítico de la relación ambiente y salud	34
	Referencias	36
2.	Ambiente, salud y derechos	39
	Introducción	39
	Conflictividad ambiental e historia de la apropiación del ambiente	40
	Algunas expresiones del pensamiento y la acción ambiental para resolver la conflictividad ambiental	46
	La salud humana y ecosistémica en perspectiva de derechos ambientales	50
	Conclusiones	60
	Referencias	61

3.	Oportunidades para la promoción de la salud ambiental en la gerencia de la calidad del aire en Colombia	65
	Introducción	65
	Calidad del aire y salud	66
	Gestión de la calidad del aire	69
	Características del sistema de gestión de calidad del aire en Colombia	70
	Oportunidades de promoción de salud ambiental en el sistema de gestión de calidad del aire en Colombia	79
	Referencias	82
4.	La radiación ultravioleta y su interacción con la piel	87
	La piel	87
	La radiación ultravioleta	88
	La interacción de la RUV y la piel: visión general	90
	Las transformaciones de algunas de las moléculas de la piel debido a su interacción con la RUV	96
	Conclusiones	99
	Referencias	99
5.	Aplicación de la metodología de fuerzas motrices a un caso de contaminación del aire por material particulado en Bogotá	101
	Modelos explicativos e interpretativos de la relación entre contaminación del aire por PM y salud	106
	Hacia un modelo interpretativo de la relación entre contaminación del aire por PM y salud: la metodología de las fuerzas motrices	110
	Aplicación de la metodología en el caso de Bogotá	111
	Fuerzas motrices	112
	Presión	113
	Estado	114
	Exposición	115
	Efectos en salud	116
	Referencias	118

6.	Del determinismo ambiental a la conciencia humana ambiental	121
	Referencias	132
7.	Reflexiones generales en torno a la promoción de la salud ambiental	135
	Prevencción y promoción para una escuela saludable	138
	Prevencción y promoción para una vivienda saludable	140
	Prevencción y promoción para una universidad saludable	142
	Prevencción y promoción frente a la exposición al sol	144
	Referencias	145
	Índice temático	147



## Presentación

El concepto de salud ambiental ha cambiado con el tiempo, y el siglo XX ha sido testigo de sus cambios más abruptos. De asumirse casi como un sinónimo de saneamiento básico –provisión de agua, control de excretas, manejo de residuos–, pasó a concebirse como todos aquellos aspectos de la salud y enfermedad que son determinados por los factores ambientales, hasta llegar a definirse de manera simultánea, como un campo complejo de interacción entre las dinámicas ambientales y las actividades humanas que producen condiciones favorables o dañinas para la salud, y como una disciplina científica que se ocupa de las interacciones positivas y negativas entre el ser humano y el ambiente en que habita y trabaja.

Estos cambios, por supuesto, no han ocurrido en el vacío, sino que se han dado en relación con las grandes transformaciones sociales, económicas y políticas que ha sufrido el mundo a lo largo del último siglo. Un mundo cambiante que, en medio de ilusiones, dramas y agitación constante, ha transitado desde un relativo optimismo frente al porvenir, hasta la conciencia de un futuro incierto, inseguro y vulnerable.

También hemos sido testigos, en todos estos años, del cambio en los enfoques para enfrentar los problemas ambientales y diseñar políticas y planes de intervención. Tal como se ha señalado en varias ocasiones por expertos en los temas ambientales, desde mediados del siglo XX emergió una vertiente “verde” preocupada por los efectos de la actividad humana sobre el ambiente natural y por aspectos como el desarrollo sostenible, la cual, puede decirse, ha sido liderada a nivel internacional por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente; poco después apareció una vertiente “azul”, preocupada por los efectos del ambiente sobre la salud y el bienestar de la humanidad. Esta vertiente, por cierto, ha sido central para el desarrollo de lo que hoy se conoce como salud ambiental y ha estado liderada internacionalmente por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Ahora bien, todo ello ha derivado en una creciente preocupación por los vínculos entre ambiente y salud, la cual se vive bajo la impronta del peligro y la angustia por la existencia de múltiples amenazas. Por ello, no es gratuito que la salud ambiental haya tomado cierto tono lúgubre y haya incorporado todos aquellos aspectos del ambiente que hoy en día se pueden

llamar socionaturales, que causan algún peligro o tienen consecuencias indeseables para la salud. Algunos de sus temas principales son la calidad del aire, el agua y los alimentos; el manejo de residuos y sustancias peligrosas; el control del ruido; la seguridad de la vivienda, los sitios de trabajo y los espacios de recreación; el efecto de las radiaciones y el deterioro de la capa de ozono; el cambio climático; la contaminación ambiental y el manejo de desastres, entre muchos otros.

El discurso más especializado llega a dividir las amenazas ambientales en peligros tradicionales, esto es, todos aquellos ligados a la pobreza y al desarrollo insuficiente como, por ejemplo, falta de acceso a agua potable, saneamiento básico insuficiente, infecciones transmitidas por vectores; y en peligros modernos que, por demás, serán aquellos que guardan relación con un crecimiento económico y un desarrollo social rápido que no pone defensas para la salud y el ambiente, y con un consumo desmedido de recursos naturales como, por ejemplo, la contaminación del agua y del aire, las sustancias químicas tóxicas y las radiaciones, la acumulación de residuos sólidos y la degradación del suelo.

El saber acumulado sobre todos los temas mencionados (englobados en la salud ambiental) es enorme y los debates entre enfoques son diversos, aunque también es mucho lo que aún se desconoce y, por ello, el terreno para la investigación es abierto y fecundo. Como es de suponer, existen diversas miradas, tanto de los problemas como de las soluciones, y son múltiples las orientaciones prácticas que se ponen en juego, las cuales a veces convergen pero otras divergen o entran en pugna. Con todo, el campo de estudio es fascinante y las aplicaciones de los hallazgos resultan de gran importancia para la sociedad.

Es por ello que la salud ambiental ha sido un área de conocimiento de gran interés para el Programa de Doctorado Interfacultades en Salud Pública de la Universidad Nacional de Colombia y no han sido escasos los esfuerzos desplegados para desarrollarla. Existe una línea de investigación sobre salud ambiental articulada al programa y algunas tesis han abordado temas referidos a ese campo de conocimiento; se han desarrollado diversos debates y conversatorios sobre el tema; uno de los cuadernillos publicados por el programa trató de modo específico el asunto y una asesoría técnica desarrollada en el 2014 reunió a un grupo de expertos interesados en la salud ambiental.

El presente libro recoge parte de esa experiencia acumulada y busca brindar una panorámica general de algunos de los temas que han sido de

interés para las personas vinculadas al trabajo del programa de doctorado. En particular, esta publicación es un producto académico derivado de la labor de extensión realizada por un grupo de profesores, estudiantes y egresados del programa doctoral en Salud Pública, así como de profesores y estudiantes de maestría de distintas áreas disciplinares y profesionales relacionadas con la salud pública. Esta labor se desarrolló en el marco de un convenio firmado por la Organización Panamericana de la Salud y la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia y fue financiada por la primera de estas instituciones.

El capítulo 1, escrito por un equipo de trabajo liderado por Luis Jorge Hernández Flórez, uno de los egresados del programa de doctorado y profesor de salud pública de la Universidad de los Andes, aborda el análisis de los enfoques conceptuales que han estado presentes en los trabajos que, desde el ámbito sanitario, han estudiado el tema de ambiente y salud y que han guiado el desarrollo de la salud ambiental.

El capítulo 2, escrito por Gregorio Mesa Cuadros, profesor de derecho de la Universidad Nacional de Colombia y colaborador ocasional del programa de doctorado, reflexiona sobre la génesis de los problemas ambientales que hoy vivimos, resalta la importancia de los ecosistemas saludables y aboga por una visión alternativa del derecho ambiental que defienda y rescate el llamado “ambientalismo popular”.

El capítulo 3, escrito por Néstor Rojas, profesor de ingeniería química de la Universidad Nacional de Colombia y partícipe del equipo de trabajo del programa de doctorado, que desarrolló la asesoría técnica para el fortalecimiento de la gestión de la salud ambiental en saneamiento básico para el fortalecimiento de la gestión en calidad del aire intramuros y radiación solar ultravioleta a nivel nacional y territorial, analiza la situación de la calidad del aire en el país en diferentes entornos y el sistema de gestión de la calidad del aire, y propone una manera de incorporar en dicho sistema de gestión algunos elementos de la promoción de la salud.

El capítulo 4, escrito por Jesús Alberto Ágreda, profesor de química de la Universidad Nacional de Colombia y también partícipe del equipo de trabajo del programa del doctorado que realizó la asesoría técnica mencionada, brinda una visión general y sintética de los procesos que ocurren cuando la radiación ultravioleta interactúa con la piel.

El capítulo 5, escrito también por Luis Jorge Hernández y por uno de sus colaboradores, presenta de manera breve los modelos conceptuales que han sido utilizados para dar cuenta de la relación entre contaminación

ambiental y salud, y se detiene de manera especial en el análisis del modelo de fuerzas motrices para resaltar su utilidad en el abordaje de los problemas ambientales a nivel local. Cabe señalar que dicho modelo es uno de los de mayor alcance, ha sido impulsado ampliamente por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y además se convirtió en referente fundamental para quienes, en el marco del Plan Decenal de Salud Pública en el país, han pensado el componente de salud ambiental.

El capítulo 6, escrito por María Teresa Ochoa, estudiante del programa de doctorado, elabora algunas sesudas reflexiones sobre el surgimiento de una conciencia humana ambiental, la cual estaría en relación con la percepción de una gran crisis ambiental actual que se manifiesta en el cambio climático, la pérdida de biodiversidad en el planeta y la escasez de agua potable.

Por último, en el capítulo 7, como profesor de medicina de la Universidad Nacional de Colombia y colaborador habitual en el programa del doctorado, medito sobre los alcances de la promoción de la salud ambiental y su diferencia frente a la prevención de los factores ambientales de riesgo.

Cada escrito resulta, en sí mismo, incitante y enriquecedor, pero en conjunto se tornan piezas de un rompecabezas inconcluso que el lector tendrá que ir armando por su cuenta y completándolo con su propia elaboración. La obra aporta reflexiones académicas que buscan incentivar el diálogo y la discusión frente a temas muy atractivos intelectualmente pero, a su vez, de gran importancia y trascendencia social. Espero que así lo sienta quien, de manera generosa, se acerque al texto y le dedique un poco de atención.

Juan Carlos Eslava C.

Profesor asociado. Departamento de Salud Pública  
Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia  
Bogotá, D. C., julio de 2015



# Enfoques conceptuales de la relación ambiente y salud

LUIS JORGE HERNÁNDEZ FLÓREZ<sup>\*</sup>, RODRIGO SARMIENTO<sup>\*\*</sup>,  
SAMUEL DAVID OSORIO GARCÍA<sup>\*\*\*</sup>

## Introducción

Aunque el interés por la salud ambiental como un área de la salud pública es relativamente reciente, desde los albores de la civilización occidental, la relación salud-ambiente ha sido una preocupación constante en el tema de la medicina. En su tratado *Aires, aguas y lugares*, Hipócrates señaló la importancia de las características ambientales sobre la salud humana:

Al arribar a un pueblo que le es desconocido, el médico deberá examinar la posición del mismo con respecto a los vientos y a las salidas del sol, pues un aspecto norte, un aspecto sur, uno del oriente y uno de occidente tienen cada uno su propio carácter individual. Deberá considerar con el mayor cuidado todas estas cosas y también a dónde tienen que ir los nativos para buscar agua, si usan aguas pantanosas, suaves, o que son duras y vienen de lugares altos y rocosos o son salobres y ásperas. También el suelo, si es llano y seco, o boscoso y de aguas abundantes. Asimismo, el modo de vida que les place a sus habitantes, si son grandes bebedores y comen en exceso y se mantienen inactivos, o si son atléticos, industriosos y se alimentan bien (Hipócrates, 1997).

En esta concepción no se observaba una separación entre los ambientes naturales y los construidos; tampoco había una división entre lo ambiental y lo social como se observa actualmente. Estas diferencias nos plantean

---

\* Médico, magíster en Epidemiología, doctor en Salud Pública. Profesor de la Facultad de Medicina de la Universidad de los Andes. Correo electrónico: luishern@uniandes.edu.co

\*\* Médico, magíster en Salud Pública y Epidemiología de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.

\*\*\* Médico, candidato a magíster en Salud Pública de la Facultad de Salud Pública de la Universidad de São Paulo.

la pregunta sobre el enfoque más adecuado para el abordaje de la complejidad del fenómeno: ¿es mejor un enfoque reduccionista o uno holístico?

También surge la pregunta frente a ¿cuál es el alcance de la relación entre el ambiente y salud? ¿Hasta dónde va el ambiente? La tendencia cada vez más creciente es delimitar el concepto de ambiente sin que este incluya los entornos culturales políticos y económicos, pero no reduciéndolo solamente a los factores de riesgo físico, químico, biológico y de consumo. Categorías como variabilidad y cambio climático, así como modificaciones a los ecosistemas, se han venido incorporando al concepto de ambiente.

Tómese como ejemplo algún abordaje de la relación salud-ambiente, como la tríada agente-huésped-ambiente de Leavell y Clark. Este ofrece una aproximación sólida para dilucidar las potenciales causas o factores de riesgo de brotes de enfermedades infecciosas relacionadas con exposiciones ambientales. Sin embargo, es menos útil para predecir cuándo va a ocurrir un brote y para explicar por qué las condiciones socioambientales del brote han aparecido en primer lugar. Por otro lado, los agentes presentes en las enfermedades crónicas no transmisibles son frecuentemente inespecíficos y pueden carecer de las “causas necesarias” (aquellas que siempre tienen que estar presentes para que se produzca un efecto). Además, ante estos eventos, la susceptibilidad del huésped no se puede evaluar mediante pruebas inmunológicas y el ambiente tiene una forma compleja, con distintos niveles de influencia que interactúan entre sí. Estas dificultades han llevado al desarrollo de métodos complicados, pero este proceso no se ha acompañado de la formulación de explicaciones para la comprensión de estos fenómenos. Todo esto favorece el instrumentalismo de las intervenciones en salud pública, ampliándose la brecha entre los métodos y las explicaciones de los fenómenos, lo que impide la resolución de problemas en la relación salud-ambiente (McDowell, 2008). Por consiguiente, los modelos conceptuales tienen un impacto profundo en qué es estudiado, cómo es estudiado y cómo se interpretan los resultados (Diez Roux, 2012).

El objetivo del presente capítulo es presentar un panorama de los distintos enfoques conceptuales en salud ambiental, su cambio a lo largo del tiempo, y abordar los principales retos conceptuales y metodológicos que se presentan en la actualidad para enfrentar los efectos en salud derivados de los cambios ambientales globales y de las distintas exposiciones ambientales.

## La relación ambiente y salud

Como se mencionó, la salud ambiental como rama de la salud pública es relativamente reciente. Sus orígenes están relacionados con la ecología y la manera como esta se articula con la salud pública, de donde surgió entonces un interés creciente sobre el papel que desempeña el medio ambiente en la salud de los seres humanos. En el siglo XIX, los problemas entre el ambiente y la salud humana alcanzaron un nivel de importancia significativo debido a intoxicaciones alimentarias, enfermedades transmitidas por el agua y a la revolución industrial en Inglaterra, la cual estuvo relacionada con un aumento en la contaminación del aire debido principalmente a los procesos de producción relacionados con hierro y acero, y al uso del carbón como fuente principal de energía. A finales de ese siglo la química tendría un avance significativo, haciendo disponibles sustancias generalmente más baratas, pero de difícil degradación en la naturaleza, tales como solventes, plásticos, pesticidas y caucho, cuya producción aumentaría significativamente en el siglo XX en el periodo de posguerra.

A mediados y finales de siglo XX surgiría el movimiento ecológico o ambiental, el cual se puede dividir en dos; uno de los cuales estaba enfocado a la conservación de los recursos naturales y a la preservación de lugares de importancia natural o histórica; el otro tenía como campo de acción el control de sustancias tóxicas para el hombre o el ambiente (Yassi, Kjellström, Kok, y Guidotti, 2001). Otra división conceptual del movimiento ecológico es el que lo divide en dos corrientes: la verde, que se preocupaba por la influencia del ser humano en el ambiente físico natural que lo rodea: el desarrollo sustentable, la dinámica demográfica, la destrucción de la capa de ozono, la deforestación, entre otros; y la azul, que se preocupaba por los efectos que el medio ambiente tiene sobre la salud humana, la cual se puede vincular más directamente con la salud ambiental (Ordóñez, 2000).

Es así como la OMS, en 1972, llama la atención para el control de los procesos químicos, físicos y biológicos, entendidos como influencias y factores que pueden tener efectos sobre el individuo y la sociedad. En 1989, este concepto se revisó y se dividió en un componente teórico relacionado con el conocimiento de los aspectos de la salud determinados por el medio ambiente, y otro práctico relacionado con la evaluación, corrección, control y prevención de los factores ambientales que pueden afectar negativamente la salud humana (OMS, Comisión para la Salud y el Medio Ambiente, 1993).

En relación con el enfoque de la OMS, surgen diferentes propuestas para entender la relación entre el ambiente y la salud. Uno de estos es el modelo Lalonde (1981), adoptado por el Gobierno canadiense en 1974 en el ámbito de una reorganización de la salud pública en este país, y su institucionalización se daría por medio de la Carta de Ottawa para la promoción de la salud en 1986 (WHO, 1986). Los factores ambientales y ámbitos de vida son reconocidos como determinantes o componentes de la salud del individuo.

Hasta los años setenta las ideas sobre la salud consideraban que la medicina estaba al mismo nivel que otros subsistemas como el económico, el político y el educacional, por lo que la sociedad se podría transformar a través de cualquiera de ellos. Esto se sustentaba en la teoría de la multicausalidad del proceso salud –enfermedad de MacMahon–, según la cual los factores de riesgo de enfermar y morir tienen el mismo valor para el ser humano, quien era visto como huésped (Mendes y Dias, 1991).

En contraposición a esta corriente de la epidemiología tradicional, entre los años setenta y ochenta, surgen estudios realizados por diferentes núcleos de medicina social de América Latina con autores como Jaime Breilh y Edmundo Granda en Ecuador, Asa Cristina Laurell en México, y Cecília Donnangelo y Sérgio Arouça en Brasil (Franco *et al.*, 1991), los cuales hicieron énfasis en categorías como la reproducción social, el modo de vida, la determinación, las clases sociales y el perfil epidemiológico, entre las que se destaca la propuesta de la determinación social (Breilh, 2008) y la epidemiología crítica de Jaime Breilh (2006).

En los años ochenta y noventa, y en relación con el aumento significativo de población y el uso de recursos, surgió el concepto de desarrollo sostenible, que hace alusión al nivel de producción y actividad que una generación puede llevar a cabo sin comprometer la integridad ambiental o acabar los recursos que puedan sostener a las siguientes generaciones (Yassi *et al.*, 2001).

A medida que las diferentes corrientes de pensamiento y de concebir la relación del hombre con el ambiente se desarrollaban, se hicieron diferentes propuestas para categorizar la salud ambiental: la Organización Panamericana de la Salud (OPS) concibió en 1991 la “salud y ambiente” como una de sus prioridades básicas:

La protección ambiental y la reducción de los efectos nocivos del ambiente en la salud se han convertido en requisitos inseparables de los esfuerzos para consustituir un proceso efectivo y sostenido de desarrollo económico y social. [...] El

campo de la salud ambiental, sin embargo, no se agota en el conocimiento del impacto del ambiente sobre la salud sino que abarca también el diseño, la organización y la ejecución de acciones tendientes a impedir o a revertir los efectos nocivos del ambiente sobre la salud humana (pp. 44-45).

Como se puede notar en esta definición, la preocupación principal al hablar de salud ambiental, era el impacto del ambiente sobre la salud humana, y las acciones relacionadas a disminuir los efectos del primero sobre la segunda, y no viceversa.

Posteriormente, en 1993 la OMS se reuniría en Sofía, Bulgaria, donde adoptarían oficialmente una definición modificada de salud ambiental:

La salud ambiental comprende aquellos aspectos de la salud humana, incluida la calidad de vida, que son determinados por factores ambientales físicos, químicos, biológicos, sociales y psicosociales. También se refiere a la teoría y práctica de evaluación, corrección, control y prevención de los factores ambientales que pueden afectar de forma adversa la salud de la presente y futuras generaciones (WHO, 1993).

El problema de esta definición es que incluye y mezcla categorías diferentes, como el clima con la organización social, lo cual tiene la intencionalidad política de no modificar factores de inequidad social.

En la actualidad la OMS (2015) define que

La salud ambiental está relacionada con todos los factores físicos, químicos y biológicos externos de una persona. Es decir, que engloba factores ambientales que podrían incidir en la salud y se basa en la prevención de las enfermedades y en la creación de ambientes propicios para la salud. Por consiguiente, queda excluido de esta definición cualquier comportamiento no relacionado con el medio ambiente, así como cualquier comportamiento relacionado con el entorno social y económico y con la genética (p. 1).

Por otro lado, el Gobierno nacional, mediante el Documento CONPES 3550, establece que

La Salud Ambiental se define de manera general como el área de las ciencias que trata la interacción y los efectos que, para la salud humana, representa el medio en el que habitan las personas. De acuerdo a esto, los componentes principales de la salud ambiental tienen un carácter interdisciplinario, multi-causal, pluri-conceptual y dinámico, y se imbrican mutuamente, en una relación dialéctica (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2008, p. 2).

En el marco del proceso de implementación de este documento, el Distrito Capital ha generado un proceso de conceptualización que define la salud ambiental como el campo de acción de la salud pública, enmarcado en la interacción del ambiente y la salud, y en los efectos que las condiciones del ambiente tienen sobre la salud individual y colectiva. Las condiciones ambientales se abordan como un determinante que genera un perfil de protección o deterioro de la salud humana.

A la definición de salud ambiental se le da un alcance respecto a los temas que aborda la actual política distrital: aire, ruido y radiación electromagnética; calidad del agua y saneamiento básico; seguridad química; alimentos sanos y seguros; eventos transmisibles de origen animal; medicamentos seguros; cambio climático; y hábitat, espacio público y movilidad segura.

La política nacional de salud ambiental ha optado por el enfoque de determinantes sociales de la salud, que se ha venido orientando hacia el modelo explicativo de determinantes sociales para el proceso salud-enfermedad, el cual opera con la Estrategia Promocional de Calidad de Vida y Salud, que reconoce el enfoque de derechos desde la perspectiva poblacional y territorial para el desarrollo de la autonomía de los individuos y sus colectividades. Desde este enfoque, la gestión social de riesgo se considera como un nivel de determinación intermedio y proximal, como parte del abordaje explicativo de la salud ambiental que también contribuye a formular respuestas jerarquizadas para mejorar las condiciones de calidad de vida y salud de los individuos.

## El ambiente en los diversos paradigmas del proceso salud-enfermedad

En el concepto hipocrático, el “ambiente” es considerado más como entorno o lo “externo” que rodea a la persona que puede ocasionar enfermedad. En dicho contexto, la enfermedad era el resultado de un desequilibrio entre lo externo (ambiental) y lo interno (flujo de humores corporales). Este concepto de ambiente se empieza a separar en distintas categorías con el advenimiento de la modernidad, de la mano de Thomas Sydenham y John Locke. En la tabla 1 se presenta un esquema de los diferentes paradigmas del proceso de salud enfermedad durante la Edad Moderna y su relación con la salud y ambiente.

**Tabla 1.** Diferentes conceptos de la relación salud-ambiente en la Edad Moderna

Paradigma proceso salud enfermedad	Definición	Época histórica	Implicaciones en la relación salud-ambiente
Miasma	Envenenamiento por emanaciones tóxicas en el suelo, aire y agua	Época de la estadística sanitaria (primera mitad del siglo XIX)	Las exposiciones son únicamente de origen ambiental. Desarrollo de sistemas de acueducto y alcantarillado
Germen	Un único agente se relaciona con una enfermedad específica	Época enfermedades infecciosas (segunda mitad del siglo XIX y primera mitad del siglo XX)	Intervenciones dirigidas a controlar los patógenos (vacunación, cuarentena, antibióticos)
Caja negra	Varios factores intervienen en la aparición de la enfermedad	Época de las enfermedades crónicas (segunda mitad del siglo XX)	Tríada epidemiológica (agente-huésped-ambiente). Enfoque de historia natural de la enfermedad (prevención primaria, secundaria y terciaria)
Cajas chinas	Interacciones dentro y entre estructuras localizadas que se organizan en distintos niveles de jerarquía	Época de la eco-epidemiología (actual)	Análisis de determinantes y resultados en salud en distintos niveles de organización. Lo biológico está imbricado en lo social y en lo ambiental

Fuente: adaptado de Susser y Susser (1996).

Al inicio del pensamiento moderno, el paradigma de los miasmas dominaba como referente explicativo, lo que Thomas Sydenham llamaba: las “enfermedades agudas”. Este miasma era algo en el entorno, en el aire, que no se sabía exactamente qué era pero que tenía la capacidad de producir enfermedad. De este periodo vienen conceptos como malaria o el “mal aire” e “influenza” que luego será la influenza como explicaciones de un “algo” en el ambiente capaz de enfermar y producir mortalidad.

En la época moderna, con la versión Sydenhamiana del paradigma moderno, se aporta una nueva clasificación de las enfermedades en agudas y crónicas según fueran producidas por el ambiente o por el estilo de vida del paciente, lo cual condujo a dos tipos de prácticas preventivas his-

tóricamente importantes: la higiene pública y la higiene privada como lo señala Quevedo (1990). La primera implicaba el control de las condiciones ambientales, entendidas en sentido ecológico de entorno o miasma que rodeaba a los individuos, de tal manera que para las enfermedades infecciosas es un “algo” que “infecta” y está en el entorno, posiblemente en el aire, de ahí el concepto de “miasma” y “mal-aire”. Para las enfermedades crónicas o propias de la higiene privada, el ambiente es el entorno más próximo a la persona y está relacionado con la alimentación y los estilos de vida de los individuos.

Este paradigma miasmático es muy influyente en el desarrollo del concepto moderno del ambiente ya que era una explicación natural de un “algo” que rodeaba a las personas y las podía enfermar.

Con la primera revolución epidemiológica, conocida como la *bacteriologización* de la salud pública a finales del siglo XIX, se fortalece el paradigma biomédico del proceso salud-enfermedad (Quevedo, 2000). Este paradigma daba una prelación a la dimensión biológica del individuo, pero se da el momento para reforzar la tríada de agente-huesped-medioambiente, en el cual el medioambiente es un entorno, es un facilitador para que el agente llegue al huésped. Aquí el ambiente lo es todo, es decir, se vuelve al concepto hipocrático del ambiente como todo “lo que está de la piel hacia afuera”.

En los años setenta, Engel (1977) planteó que se debían tener en cuenta otras dimensiones además de la biológica; estas son la psicológica, la social y la comportamental, para crear así el modelo biopsicosocial, el cual pretendía acercarse más al mundo real de la atención en salud. Este paradigma “biopsicosocial” es un desarrollo que se le hace al modelo biomédico, incluye en lo social la categoría “ambiente” en un sentido integral en el cual, como se mencionó, es “todo lo que está de la piel hacia afuera”, y que Quevedo, citando a Bachelard, llama el mito ecológico, definido como el “resultado de una persistencia y perpetuación de elementos del paradigma antiguo a través de la revalidación del papel del ambiente en la etiología de la enfermedad” a través de los alimentos y “la meteorología o influencia de la estación, el clima, los vientos, las temperaturas, el ambiente, la localización geográfica”. Siguiendo este hilo argumental, el autor sostiene que esta conceptualización plantea un obstáculo epistemológico, ya que “impide en la actualidad la diferenciación clara entre lo ambiental y lo social como realidades de características distintas y cuyo abordaje re-

quiere métodos distintos, conduciendo a una visión ecologista de la enfermedad” (Quevedo, 1990, p. 7).

Con el surgimiento de la teoría microbiana y el origen microbiológico de las enfermedades se va transformando el concepto de higiene pública al de eventos de interés en salud pública, que permite la medición e intervención para mitigar nuevas epidemias. Aquí lo ambiental entra claramente en el llamado paradigma moderno del modelo biomédico, en el cual la enfermedad es una realidad de modificación estructural y funcional de los órganos, causada por agentes externos, que ahora se intentan controlar.

En este modelo biomédico las condiciones ambientales intervienen como elementos predisponentes para que el agente entre en contacto con el futuro enfermo. Tanto las condiciones ambientales como los microorganismos, los signos y los síntomas, y los cambios en el cuerpo pueden ser observados y medidos; si las técnicas son las adecuadas, sus comportamientos pueden ser interpretados en análisis estadísticos y cuantitativos y expresados finalmente en leyes universales, según lo determina la epidemiología convencional. Aquí lo ambiental incluye los factores de riesgos físicos, químicos, biológicos pero también lo socioeconómico, lo político y lo cultural.

Carol Buck marca una nueva era en el enfoque epidemiológico cuando resalta el papel que desempeña ambiente como el más determinante en el proceso salud enfermedad y establece los llamados *efectos acumulados* en cuanto al daño que hace a la salud un entorno desfavorable con un enorme efecto multiplicador. Por ejemplo, el recién nacido de una madre de clase social baja y desnutrida tiene más probabilidades de presentar un bajo peso al nacer, y el bajo peso al nacer incrementa el riesgo de sufrir secuelas físicas o mentales. Sin embargo, Buck enfatiza la separación entre lo social y lo ambiental (Buck, 1986).

Otros enfoques dados desde el modelo de determinantes sociales tipo canadiense asumen una concepción multicausal de la enfermedad, con una visión más amplia del concepto etiológico. En este modelo se incluye lo social como parte del ambiente, pues se considera el ambiente como un todo, confundiéndose la especificidad de lo social con los otros elementos del ambiente. En vez de entender lo ambiental como resultado de lo social, se concibe lo social como parte del ambiente global que circunda a una persona.

En el modelo de determinantes sociales canadiense se diferencian cuatro factores que pueden producir enfermedad: los estilos de vida, los

factores biológicos o endógenos, los servicios de salud y el ambiente. Citando de nuevo a Quevedo (1990), si los “factores ambientales” y los del agente solo establecen conexiones externas con el huésped o factor humano, se puede actuar fácilmente sobre ellos con medidas de tipo ecológico sin dar mayor prelación a la intervención de la organización social. Es así que en el modelo de determinantes sociales canadiense la categoría ambiente incluye elementos tan disímiles como clima, meteorología, justicia social y nivel socioeconómico. Se incluyen en un mismo saco los reinos de la naturaleza y los “reinos” humanos.

El modelo de determinantes sociales canadiense se fundamenta en el enfoque de riesgo, en el cual lo ambiental es solo un factor más. Como se mencionó, se contempla la desagregación del campo de la salud en cuatro amplios componentes: biología humana, medio ambiente, estilo de vida y organización de la atención de la salud. Este modelo no jerarquiza y otorga a todos los factores un mismo peso. El medio ambiente incluye todos aquellos factores relacionados con la salud que son externos al cuerpo humano y sobre los cuales la persona tiene poco o ningún control. Los individuos, por sí solos, no pueden garantizar la inocuidad ni la pureza de los alimentos, cosméticos, dispositivos o abastecimiento de agua, por ejemplo. Tampoco está en sus manos el control de los peligros para la salud que representan la contaminación del aire y del agua, ni los ruidos ambientales, ni la prevención de la diseminación de enfermedades transmisibles. Además, individualmente no se puede garantizar la eliminación adecuada de los desechos y aguas servidas, ni que el medio social y sus rápidos cambios no produzcan efectos nocivos sobre la salud. La observación que hace Carol Buck (1986) a este modelo es que el ambiente es el principal determinante del nivel de salud, y afirma: “si el entorno no es adecuado, tampoco lo serán la biología humana, los estilos de vida y el sistema organizativo de la atención de salud” (p. 444). Es decir el ambiente en el modelo de determinantes sociales canadiense es subvalorado y, por tanto, se hace necesario rescatar su alcance.

De la necesidad de realizar un abordaje más comprensivo de los procesos en la relación salud-enfermedad surge el modelo de los determinantes sociales, el cual tiene una versión anglosajona reflejada en la Comisión de Determinantes de la OMS y una versión latinoamericana, fundamentada básicamente en el grupo de Quito, como determinación social del proceso salud-enfermedad.

## La relación ambiente y salud en el modelo OMS

En el modelo de determinantes sociales de la OMS se considera el ambiente en todos los niveles de los determinantes: un nivel macro (estructural), meso (intermedio) y micro (proximal). En este modelo el ambiente toma un concepto más concreto de entorno, similar al descrito en la Conferencia de Ottawa como una de las cinco líneas de acción que se conoce como entornos saludables.

El modelo de determinantes sociales de la OMS se conoce más como modelo de determinantes sociales y ambientales de la OMS. Aquí el ambiente tiene un alcance delimitado por los factores de riesgo físicos (por ejemplo agua, aire, ruido), químicos (sustancias químicas, tóxicos ambientales), biológicos (las enfermedades compartidas entre hombres y animales), los riesgos de consumo (alimentos y medicamentos). También se incluye la variabilidad y cambio climático, y el daño a los ecosistemas. En este modelo el ambiente se representa a nivel del determinante estructural como un entorno poblacional o regional, a nivel intermedio como el entorno de los grupos sociales y laborales; y a nivel micro, el entorno de los hogares y la nube de exposición personal de cada individuo.

El concepto de ambiente también se ha ido reduciendo en este marco conceptual. En la tabla 2 se presenta el tipo de factores que estarían dentro y fuera de la definición de ambiente de la OMS, la cual fue comentada en este documento (OMS, 2015).

Si bien dicha definición intenta identificar problemas y posibles intervenciones, también puede generar ciertas confusiones. Nos podemos plantear las siguientes preguntas: ¿cómo se diferencia el cambio climático de origen natural del de origen humano? ¿El consumo de tabaco no condiciona la exposición a humo de segunda mano en los ambientes intramurales? ¿No son los cambios ambientales globales, es decir, la desertificación y el retroceso glacial, factores que afectan directamente la seguridad alimentaria y por ende la dieta? Se presenta además una disociación entre esta definición y el modelo de determinantes sociales de la salud. En este contexto el modelo OMS no ofrece una explicación adecuada de las distintas interacciones, lo que hace que quede atrapado en el mecanicismo.

**Tabla 2.** Factores incluidos y excluidos de la definición de ambiente de la OMS

Factores incluidos en la definición de ambiente OMS	Factores excluidos de la definición de ambiente OMS
Rayos ultravioleta	Consumo de tabaco y alcohol
Contaminación del aire (química y biológica)	Dieta
Contaminación del agua y el suelo	Ambientes naturales de los vectores que no pueden ser modificados
Radiación ionizante	Toldillos impregnados
Ruido	Desempleo
Campos electromagnéticos	Agentes biológicos naturales (polen)
Riesgos ocupacionales	Transmisión persona a persona que no puede ser prevenible
Cambio climático de origen antropogénico y cambios ambientales globales	Transporte activo (caminar y uso de la bicicleta como medio de transporte)
Ambientes urbanos construidos (vivienda, patrones de usos del suelo)	
Métodos agrícolas, sistemas de irrigación	
Comportamientos asociados con la disponibilidad del agua y saneamiento básico (lavado de manos, etc.)	

Fuente: adaptada de OMS.

A partir del modelo de determinantes sociales de la OMS se ha desarrollado la metodología Fuerzas motrices-Presión-Situación-Exposición-Efecto-Acción (FPSEEA) para el abordaje de los problemas de salud-ambiente. Dicha metodología muestra el enlace entre la exposición y los efectos en la salud, que está determinado por una serie de factores que actúan a través de una cadena de eventos y muestra también los principales puntos de entrada para las intervenciones que pretendan modificar tales factores. Las fuerzas motrices son factores que impulsan una cadena de procesos ambientales que desencadenan presión sobre el ambiente, cadena que es expresada a través de la ocupación humana o la explotación del ambiente. Dichos factores se enmarcan dentro de una situación o estado del ambiente, en el que generan determinados grados de exposición, interacción que, a su vez, tiene lugar cuando el ser humano se halla expuesto a eventos climáticos, a contaminantes o a cambios en las condiciones ambientales. De este panorama se produce un efecto, o serie de desenlaces en salud como consecuencia de la exposición a riesgos ambientales. Toda esta cadena causal puede ser modificada mediante acciones, ya sean políticas o de intervenciones que se

orientan a reducir o evitar efectos adversos en la salud, y pueden ser aplicadas en cualquiera de los componentes mencionados (Hambling, Weinstein y Slaney, 2011).

Paralelamente con esta metodología se ha venido desarrollando el enfoque ecosistémico de la salud, derivado también del modelo de determinantes sociales de la salud, el cual, de acuerdo con Bonet, “reconoce que hay nexos inextricables entre los humanos y su ambiente biofísico, social y económico que se reflejan en la salud del individuo” (Lebel, 2005, p. 2) y se basa en tres pilares metodológicos: transdisciplinariedad, participación y equidad. Este enfoque, sin embargo, no se sustenta en un marco conceptual sólido como sería lo adecuado para el abordaje de la relación salud-ambiente.

El modelo del análisis de riesgos ambientales en la salud es tal vez el que más ampliamente ha sido difundido y utilizado, dentro del cual se destaca la asociación entre fuentes de riesgo y problemas de salud propuesto por Thaker y colaboradores en 1996.

### La relación ambiente y salud en el modelo de determinación social

El modelo de determinación social, basado en el paradigma histórico-social reconoce la naturaleza social de la salud, la cual no es un acontecimiento solo del orden bionatural que acontece en el ámbito individual, sino que por su propia naturaleza, es una resultante de las complejas y cambiantes relaciones e interacciones entre la individualidad biológica de cada uno y su entorno y condiciones de vida en los órdenes económico, ambiental, cultural y político. A partir de la interacción entre sujetos, relaciones y procesos surgen las necesidades sociales, entendidas como la insatisfacción de los derechos sociales (Breilh, 1991; Matus, 1987; Susser y Susser, 1996).

Desde esta perspectiva, el territorio y el ambiente que lo representa es un espacio vivo donde se producen y se reproducen los determinantes y las exposiciones sociales. El territorio se ubica como elemento clave en la construcción de representaciones potentes de las causalidades y, por tanto, permite el ejercicio de la transectorialidad como necesaria para operar respuestas integrales a las necesidades sociales. Con este enfoque se entiende al territorio social como dinámico, se construye, reconstruye y transforma, y se organiza a partir del reconocimiento de sujetos con características específicas que definen su naturaleza biológica, económica,

social y política; y el reconocimiento de las relaciones que se establecen entre dichos sujetos y los procesos que organizan la vida social, en un espacio que se construye histórica y socialmente.

## Debate determinantes-determinación

Aunque aparentemente los modelos de determinantes y de determinación hacen parte de la misma lógica conceptual, se presentan diferencias desde lo teórico-epistemológico, lo político, y la praxis. Para la corriente de pensamiento latinoamericano, el modelo de determinantes de la salud de la OMS se diferencia de la determinación social de la salud en múltiples aspectos. En primer lugar, no da cuenta de la dinámica e influencia del contexto sociohistórico sobre las condiciones de vida y salud de las poblaciones, siguiendo la misma lógica del causalismo y reduciendo las estructuras sociales a variables de análisis. En segundo lugar, no identifica los procesos protectores y destructivos que se presentan de manera bidireccional en distintas dimensiones (general, particular y singular), ni tampoco considera la subsunción del orden biológico dentro de lo social. Finalmente, convierte la noción de determinación social en la de determinantes sociales, lo que trae como resultado la adopción de acciones locales de gobernanza pero sin ir más allá en la búsqueda de la justicia social y ambiental. En la tabla 3 se presentan las principales diferencias entre los dos modelos.

**Tabla 3.** Diferencias entre los modelos de determinantes sociales y determinación social

	Determinantes sociales salud	Determinación social salud
Marco conceptual	Surge desde el debate sobre las desigualdades en salud y sus efectos adversos	La salud y la enfermedad son partes del mismo proceso: el <i>continuum</i> de la trayectoria vital y es un fenómeno social
Abordaje de lo estructural	El contexto socioeconómico determina la salud de las personas porque define la estratificación social	El orden biológico está subsumido en el orden social en niveles de complejidad de ida y vuelta: general, singular y particular
Mediadores	A nivel individual se dan exposiciones y vulnerabilidades diferenciales (determinantes intermedios)	Existen mediadores entre los niveles que configuran “modos de vida”

continúa

Continuación Tabla 3.

Actores involucrados	Principalmente los servicios de salud. Los individuos son sujetos pasivos	Los individuos son sujetos políticos (transformadores)
Implicaciones prácticas	Las acciones requieren voluntad política y decisión de los Estados. Noción funcional de gobernanza	Se requiere la identificación de procesos de producción y reproducción (protectores y destructivos) en la sociedad. La acción se orienta en los diferentes niveles: general, particular y singular. En el nivel general (Estado) hay mayores responsabilidades que en el particular y el singular (familias e individuos). Dicha acción debe ser transectorial. Los sujetos políticos son los que deben modificar su propia realidad (noción emancipadora de justicia)

Fuente: adaptado de Hernández, Seminario Distrital en la estrategia de calidad de vida y salud, 2007.

## La relación ambiente y salud en el modelo ecosocial de la distribución de la enfermedad

Los argumentos en contra del funcionalismo de la epidemiología y la salud pública anglosajona tienen su contrapunto en el modelo ecosocial desarrollado por Krieger, el cual incluye categorías críticas para el abordaje de la relación salud-ambiente. Este modelo se denomina ecosocial ya que busca abarcar conceptualmente el marco ecológico al considerar la dinámica del contexto abiótico, biótico y social en el cual los organismos y poblaciones viven, interactúan y mueren. La teoría ecosocial (1) incorpora constructos teóricos relativos a la ecología política, los ecosistemas, las escalas y niveles espaciotemporales, los mecanismos biológicos de la enfermedad y la producción social del conocimiento científico; (2) critica el marco prevalente entre determinantes proximales y distales; y (3) propone construcciones teóricas alternativas para guiar la elaboración de hipótesis, diseño de estudios e interpretación de datos en salud ambiental. Al llamar la atención sobre los procesos biológicos y sociales, supera el reduccionismo biomédico, girando constantemente sobre la pregunta: ¿quién y qué es responsa-

ble de los patrones poblacionales de salud, enfermedad y bienestar, como se han presentado en el presente, el pasado y a través de las cambiantes inequidades en salud?

El núcleo duro de esta teoría se basa en 4 conceptos: (1) encarnación o como el organismo incorpora biológicamente el mundo material o social en el que vive; (2) rutas mediadoras de la encarnación, con múltiples elementos tanto a nivel social como biológico; (3) la interacción acumulada entre exposición, susceptibilidad y resistencia, expresada en las rutas de la encarnación a distintos niveles y en diversos dominios, en relación con relevantes nichos ecológicos y manifestada en diferentes escalas espacio-temporales; y (4) rendición de cuentas y agencia, expresada como la divulgación del conocimiento hacia las instituciones, las comunidades, los hogares y el individuo.

Como se puede observar comparte las preocupaciones del modelo de determinación social de la salud hacia la equidad y la justicia socioambiental y redefine la subsunción y el metabolismo sociedad-naturaleza mediante las rutas mediadoras de la encarnación. Así mismo, esta teoría incursiona en las matemáticas de la complejidad al definir como metáfora los fractales, los cuales se repiten y son autosimilares del nivel macro al nivel micro. Por consiguiente, la teoría ecosocial invita a considerar cómo la salud de las poblaciones es generada por las condiciones sociales que necesariamente involucran procesos biológicos a distintas escalas espacio-temporales, de lo subcelular a lo global y desde los nanosegundos a los milenios (Krieger, 2011).

## La relación ambiente y salud desde la salud colectiva

La salud colectiva tiene parte de sus raíces en la epidemiología y en el modelo biopsicosocial desarrollado en los años cincuenta y sesenta, en el cual la génesis de las enfermedades resultaba de la interacción de la tríada huésped-ambiente-agente, la cual a su vez fue la base para el concepto de historia natural de la enfermedad desarrollada en 1965 por Leavell y Clark. Posteriormente, con la entrada de las ciencias sociales en el área de la salud pública en contraposición al modelo previo, se generaría un debate en el que había una concepción del ambiente vinculado a la noción del colectivo, el cual se enfrentaba teórica e ideológicamente con los términos de población o grupos poblacionales manejados por la epidemiología convencional. Sin embargo continuaba una concepción del ambiente como algo externo al sujeto.

A partir de este debate se generarían procesos de producción del conocimiento que llevaban a tomar una posición teórica diferente al pensamiento de base empírico de la epidemiología convencional, lo cual implicaba un cambio en los procesos teóricos y metodológicos que buscarían un nombre propio. Por otro lado, el convencimiento racional y afectivo de que las explicaciones de la salud dadas por el conocimiento imperante no eran suficientes para entender la realidad latinoamericana, hacía necesaria una interpretación que tuviese en cuenta aspectos políticos y económicos. Así nació entonces la salud colectiva, entendida como pública, integral y preventiva, comunitaria, equitativa, constituida de colectivos socialmente distribuidos, sanos y activos políticamente (Tambellini y Câmara, 1998).

La salud ambiental, entendida en el marco de la salud colectiva, tiene sus inicios en los años noventa y están relacionados con: (1) el surgimiento de una “nueva salud ambiental”, la cual ocurre cuando la salud del trabajador se declara pieza de una relación amplia que incluye producción, ambiente y salud, y en parte también debido a que los profesionales de la salud del trabajador eran quienes tenían el conocimiento para la evaluación y control de los riesgos que hacían parte de los ambientes de trabajo (Unitrabalho, 1997); (2) producto del análisis académico-científico desarrollado de cara a la conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo realizada en Río de Janeiro en 1992; este análisis entendió la degradación ambiental junto con el aumento de la pobreza y el empeoramiento de las condiciones de vida y de salud como consecuencia del modelo antiético de desarrollo económico de América Latina en las décadas anteriores, el cual profundizó desigualdades en toda la región (Leal, Sabroza, Rodríguez y Buss, 1992).

En el marco de esta nueva salud ambiental, y de la tríada producción-ambiente-salud, la salud colectiva entiende el nivel de salud de una colectividad como dependiente –en términos ambientales y sociales– de las relaciones de producción que afectan de manera diferente a individuos y colectividades, en términos de exposición a agentes y otros riesgos. Y es en el ambiente donde ocurren las relaciones entre la producción y la salud, las cuales actúan inicialmente en un ambiente natural donde las fuerzas de producción, al servicio de un interés económico y social específico, dan paso a un ambiente social, proceso en el cual la salud individual y colectiva resulta afectada (Tambellini, 1996).

Porto y colaboradores proponen que la salud colectiva también puede ampliar el análisis de la relación entre el ambiente, la salud y la sustentabili-

dad del desarrollo incorporando elementos de la economía ecológica y la economía política, ya que en medio del esquema actual de división internacional del trabajo y de la globalización, América Latina ha reforzado la exportación de mercancías basadas en recursos naturales, cuyos procesos productivos tienen un trasfondo de afectación de vidas humanas, recursos naturales y ecosistemas. Este análisis podría entonces ayudar a construir una sociedad justa y democrática, sustentable desde los puntos de vista ambiental, social, cultural y político (Porto y Martínez-Alier, 2007), para lo cual el autor propone la creación de una agenda diferenciada y posiblemente conflictiva entre países según su contexto económico (Porto, 1998).

## Retos y perspectivas en el abordaje de la relación salud-ambiente

Actualmente persiste el abordaje de la relación salud-ambiente desde las distintas derivaciones del paradigma moderno. Sin embargo, distintas disciplinas científicas ya dieron el paso del paradigma moderno al contemporáneo. Este paradigma emergente en ciencias se basa en el estudio de la complejidad. Dicho enfoque parte de un universo mecánico cuántico, en el cual, a pesar de conocer las condiciones iniciales y las leyes de la materia, solo pueden calcularse las probabilidades de los distintos escenarios posibles. Por tanto, el mecanismo de causa-efecto es reemplazado por las fluctuaciones cuánticas. En procesos dinámicos donde hay no-linealidad, un pequeño cambio en las condiciones iniciales se traduce en grandes diferencias al final, lo que hace que la predicción no sea posible. Hay indeterminación por dos vías (caótica y cuántica), con lo cual estas dos clases de impredecibilidad generan una incertidumbre muy alta (Gell-Mann, 1995). Por consiguiente, se requiere incorporar elementos teóricos como caos, redes y biología cuántica dentro del arsenal conceptual de la salud ambiental.

Si bien Almeida Filho ha hecho algunas aproximaciones hacia el abordaje de la complejidad desde la salud colectiva todavía no se tiene un *corpus* teórico en salud ambiental para la resolución de problemas en este campo (Almeida-Filho, 2006). Así mismo, sus desarrollos teóricos obedecen más a un enfoque sistémico que a un enfoque de complejidad. La teoría ecosocial presenta avances hacia las ciencias de la complejidad pero carece de un modelo lógico-matemático que permita desarrollar esas hipótesis.

Es conveniente superar estos obstáculos epistemológicos y establecer unos criterios claros de demarcación para un abordaje adecuado de los problemas de salud ambiental. Este paso es de crucial importancia, ya

que dos fenómenos muestran claramente el salto de un paradigma moderno a uno contemporáneo: (1) la situación nuclear y (2) la intervención sobre la naturaleza interna. En el caso de la situación nuclear, se muestra la capacidad de la sociedad de intervenir sobre ella misma, o dicho de otra manera, su capacidad de autodestrucción, mientras la intervención sobre la naturaleza interna es ejemplificada por la manipulación genética de las especies por parte del ser humano. Ambos casos significan un cambio cualitativo que no se puede aprender desde la modernidad: es una discontinuidad con el pasado (Melucci, 2001).

Dichos fenómenos no son comparables con acontecimientos precedentes y se caracterizan por alterar el sistema en su totalidad, por ser irreversibles y por su *autopoiesis*, o capacidad para alimentarse y autoregenerarse a sí mismos. En salud ambiental muchos eventos deben estudiarse desde esta mirada, dadas sus características de indeterminación e impredecibilidad, como es el caso de las variables meteorológicas (viento, precipitaciones, humedad, etc.). En ese sentido, han surgido críticas a los modelos deterministas de causalidad por no tener en cuenta la aleatoriedad de los fenómenos y se ha propuesto que los métodos se desarrollen desde un abordaje probabilístico (Parascandola y Weed, 2001), pero sobre todo es necesario un desarrollo de teorías generales y profundas en salud ambiental a partir de las nuevas investigaciones desde las ciencias de la complejidad (Deutsch, 1997).

Por otro lado, es necesario incorporar dentro de los abordajes teóricos el concepto de justicia ambiental. La justicia ambiental incluye varios conceptos que interactúan entre ellos, como la equidad, el reconocimiento, la participación y el desarrollo de capacidades en las comunidades (Shrader-Frechette, 2005). Por tanto, la definición es amplia e integra bajo el concepto de justicia ambiental, la justicia social, económica y racial; fusiona las preocupaciones sociales y ecológicas en un marco de la justicia distributiva, el empoderamiento comunitario y la toma de decisiones de manera democrática (Schlosberg, 2009). Un camino a seguir en ese sentido sería la ecología política, la cual consta de un enfoque teórico y una praxis, en la que se mezclan el análisis crítico y la acción política para explicar la interacción entre sociedad y ambiente. Los conceptos asociados a la ecología política son la equidad y la justicia, que tienen como fin el reconocimiento de los derechos. La ecología política ha venido haciendo parte del desarrollo conceptual de la determinación social de la salud y de la teoría ecosocial de la distribución de la enfermedad (Breilh, 2013).

Con base en todo lo anterior, se pueden rescatar los pilares metodológicos del enfoque ecosistémico de la salud (transdisciplinabilidad, equidad y participación), pero dándole una estructura conceptual más sólida partiendo de los desarrollos teóricos y prácticos mencionados que permitan abarcar problemas de alta complejidad en salud ambiental, como el cambio climático, la desertificación y degradación de la tierra, la crisis del agua, la pérdida de la biodiversidad y que tenga en cuenta la función de los ecosistemas.

### Vigilancia epidemiológica o monitoreo crítico de la relación ambiente y salud

El estudio de la relación entre el ambiente y la salud sigue siendo un tema vigente de la salud pública y de la epidemiología. Ha predominado un abordaje desde el causalismo exposición-respuesta y cada vez más surge la necesidad de modelos más explicativos e interpretativos de la relación entre ambiente y salud. El modelo de las fuerzas motrices ha sido una buena aproximación para salir de la linealidad que usualmente se pretende en los estudios epidemiológicos ambientales. Se plantean las siguientes propuestas para el estudio de la relación ambiente y salud:

1. Diseñar y desarrollar por parte de las autoridades sanitarias y ambientales, tanto nacionales y territoriales, con apoyo de la academia y actores comunitarios e institucionales, un sistema de vigilancia epidemiológica o de monitoreo crítico de la relación entre condiciones ambientales y salud que incluya vigilancia de primera, segunda y tercera generación.
2. La vigilancia en salud ambiental implica la combinación de una serie de estrategias que parten de un enfoque conceptual: el enfoque de riesgo y el de determinantes sociales, los cuales se pueden combinar y ser complementarios.
3. Vigilancia según generación, la cual incluye estos tipos de vigilancia:
  - 3.1 Vigilancia de primera generación: es la vigilancia de eventos en salud; síntomas, morbilidad, discapacidad, mortalidad. Es lo que usualmente se hace. Por ejemplo, la vigilancia que se hace por los subsistemas de vigilancia ambiental y la evaluación acumulada de riesgos.
  - 3.2 Vigilancia de segunda generación: implica la incorporación de la categoría “comportamientos” o “estilos de vida” y la in-

clusión de biomarcadores. Puede ser uno de los dos, o los dos componentes. Para esta estrategia se debe concentrar la vigilancia en aquellas poblaciones en mayor vulnerabilidad y con mayor riesgo de afectación en salud por condiciones ambientales, como niños y niñas menores de 5 años, gestantes y personas de la tercera edad. Se hace necesario también realizar el análisis conjunto de la información biológica y de los estilos, condiciones y modos de vida que se asocian con la aparición de morbilidad, mortalidad, discapacidad y afectaciones a la calidad de vida de los individuos, así como diferenciales por sexo, género, etnia u otra condición de vulnerabilidad.

Es decir, se requiere información de comportamientos o estilos de vida, por ejemplo, hábito de fumar, asentamientos humanos en sitios de mayor contaminación, condiciones de entornos, modos y condiciones de vida. Como se mencionó, la vigilancia de segunda generación implica la medición y vigilancia de comportamientos y de condiciones biológicas, por ejemplo, biomarcadores. La vigilancia de metales pesados es un buen ejemplo.

- 3.3 Vigilancia de tercera generación: implica monitoreo genético y utilización de la epigenética. En el futuro próximo toda la vigilancia de la relación ambiente y salud se orientará hacia este tipo. La epigenética es un término propuesto por Conrad Hal Waddington en 1942, para referirse al estudio de las interacciones entre genes y ambiente que se producen en los organismos vivos, lo que implica cambios hereditarios en la expresión génica, causados por la activación o desactivación de genes, sin cambios en la secuencia primaria del DNA (material genético de las personas).
4. Se hace necesario reforzar una vigilancia colectiva de salud ambiental y concretamente de tipo centinela, la cual puede ser de tipo poblacional, por ejemplo, escoger un grupo poblacional específico: menores de 5 años, o trabajadores expuestos a contaminantes. La vigilancia tipo centinela institucional implica escoger entidades o sitios donde pueda haber población cautiva: colegios, red de prestadores de servicios de salud; y la vigilancia tipo centinela de área geográfica mediante la cual se selecciona una zona de mayor o menor exposición.
5. Se propone avanzar en una vigilancia en salud ambiental basada en la gobernanza, lo cual implica una redefinición del concepto de

vigilancia y orientarlo hacia el “monitoreo crítico”, que implica un monitoreo basado en la comunidad y no en los entes gubernamentales; un papel decisivo de la ciudadanía y de las formas de participación comunitaria y social mediante la cual pasen de ser simples notificadores de eventos, a constituirse en partícipes activos en las fases de información, análisis e intervención. Se va consolidando así un monitoreo más preventivo y no solo reactivo o correctivo, como usualmente ocurre en la relación ambiente y salud.

## Referencias

- Almeida-Filho, N. (2006). Complejidad y transdisciplinariedad en el campo de la salud colectiva: evaluación de conceptos y aplicaciones. *Salud Colectiva*, 2, 123-146.
- Breilh, J. (1991). La epidemiología (crítica) latinoamericana. Análisis general del estado del arte, debates y desafíos actuales en la construcción del método. En S. Franco, E. Nunes, J. Breilh, y A. C. Laurell (Eds.). *Debates en medicina social*. Quito: OPS-ALAMES.
- Breilh, J. (2006). *Epidemiología crítica: ciencia emancipadora e interculturalidad* (vol. 23). Río de Janeiro: FIOCRUZ.
- Breilh, J. (2008.). Una perspectiva emancipadora de la investigación y acción basada en la determinación social de la salud. Disponible en <http://www.alames.org/documentos/breilhdss.pdf>
- Breilh, J. (2013). La determinación social de la salud como herramienta de transformación hacia una nueva salud pública (salud colectiva). *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 31, 13-27.
- Buck, C. (1986). Beyond Lalonde: Creating Health. *Journal of Public Health Policy*, 7(4), 444-457.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2008). *Lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad del aire, calidad del agua y seguridad química*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación de la República de Colombia.
- Deutsch, D. (1997). *The fabric of reality: the science of parallel universes and its implications*. Londres: Penguin Books.
- Diez Roux, A. V. (2012). Conceptual approaches to the study of health disparities. *Annu Rev Public Health*, 33, 41-58.
- Engel, G. (1977). The need for a new medical model: a challenge for biomedicine. *Science*, 196(4286), 129-136.

- Franco, S., Duarte, E., Breilh, J., y Laurell, A.C. (1991). Debates en medicina social. *OPS. Serie Desarrollo de Recursos Humanos*, 92, 339. Quito: Organización Panamericana de la Salud.
- Gell-Mann, M. (1995). *El quark y el jaguar*. Barcelona: Tusquets.
- Hambling, T., Weinstein, P., y Slaney, D. (2011). A review of frameworks for developing environmental health indicators for climate change and health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(7), 2854-2875.
- Hipócrates. (1997). *Tratados hipocráticos, II. Sobre los aires, aguas y lugares/Sobre los humores/Sobre los flatos/Predicciones I y II/Prenociones de Cos*. Madrid: Gredos.
- Krieger, N. (2011). *Epidemiology and the people's health. Theory and context*. Oxford: Oxford University Press.
- Lalonde, M. (1981). A new perspective on the health of Canadians. A working document. Minister of Supply and Services Canada.
- Leal, M. C., Sabroza, P.C., Rodríguez, R.H., y Buss, P.M. (Eds.). (1992). *Saúde, ambiente e desenvolvimento*. São Paulo: HUCITEC-ABRASCO.
- Lebel, J. (2005). *Salud, un enfoque ecosistémico*: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Bogotá: Alfaomega.
- Matus, C. (1987). *Política, planificación y gobierno*. Washington: Organización Panamericana de la Salud.
- McDowell, I. (2008). From risk factors to explanation in public health. *Journal of Public Health*, 30(3), 219-223.
- Melucci, A. (2001). *Vivencia y convivencia*. Madrid: Trotta.
- Mendes, R., y Dias, E. C. (1991). Da medicina do trabalho à saúde do trabalhador. *Revista de Saúde Pública*, 25, 341-349.
- OMS. Organización Mundial de la Salud. (2015). *Salud ambiental*. Disponible en [http://www.who.int/topics/environmental\\_health/es/](http://www.who.int/topics/environmental_health/es/)
- OMS, Comisión para la Salud y el Medio Ambiente. (1993). *Nuestro planeta, nuestra salud: informe de la Comisión de Salud y Medio Ambiente de la Organización Mundial de la Salud*. Washington: Organización Panamericana de la Salud.
- OPS. Organización Panamericana de la Salud. (1991). *Orientaciones estratégicas y prioridades programáticas, 1991-1994*. Washington: OPS.
- Ordóñez, G. A. (2000). Salud ambiental: conceptos y actividades. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 7, 137-147.
- Parascandola, M., y Weed, D. L. (2001). Causation in epidemiology. *J Epidemiol Community Health*, 55(12), 905-912.

- Porto, M. F., y Martínez-Alier, J. (2007). Ecología política, economía ecológica e saúde coletiva: interfaces para a sustentabilidade do desenvolvimento e para a promoção da saúde. *Cadernos de Saúde Pública*, 23, S503-S512.
- Porto, M. F. (1998). Saúde, ambiente e desenvolvimento: reflexões sobre a experiência da COPASAD - Conferência Pan-Americana de Saúde e Ambiente no Contexto do Desenvolvimento Sustentável. *Cien Saude Colet*, 3, 33-46.
- Quevedo, E. (1990). *El proceso salud-enfermedad: hacia una clínica y una epidemiología no positivistas*. Seminario permanente Salud y Administración, Bogotá, Colombia.
- Quevedo, E. (2000). El tránsito desde la higiene hacia la salud pública en América Latina. *Tierra Firme - Revista de Historia y Ciencias Sociales*, 18(72), 661.
- Schlosberg, D. (2009). *Defining environmental justice: Theories, movements, and nature*. Oxford: Oxford University Press.
- Shrader-Frechette, K. (2005). *Environmental justice: Creating equality, reclaiming democracy*. Oxford: Oxford University Press.
- Susser, M., y Susser, E. (1996). Choosing a future for epidemiology: I. Eras and paradigms. *Am J Public Health*, 86(5), 668-673.
- Tambellini, A. T. (1996). Notas provisórias sobre una tentativa de pensar a saúde em suas relações com o ambiente. *Por uma Rede de Trabalho, Saúde e Modos de Vida no Brasil*, 2, 12-16. Rio de Janeiro: Fiocruz.
- Tambellini, A. T., y Câmara V.M. (1998). A temática saúde e ambiente no processo de desenvolvimento do campo da saúde coletiva: aspectos históricos, conceituais e metodológicos. *Cien Saude Colet*, 3, 47-59.
- Unitrabalho. (1997). *Levantamento da produção acadêmica. Contribuição para o exercício da cidadania*. São Paulo: inédito.
- WHO. (1986). Ottawa charter for health promotion. First International Conference on Health Promotion. Geneva: WHO.
- WHO. (1993). Global strategy: Health, environment and development: Approaches to drafting country-level strategies for human well being under agenda 21. Geneva: WHO.
- Yassi, A., Kjellström, T., Kok, T., y Guidotti, T. (2001). *Basic environmental health*. Nueva York: Oxford University Press.

# 2

## Ambiente, salud y derechos

GREGORIO MESA CUADROS\*

### Introducción

Es posible afirmar que la legislación ambiental existente y otras decisiones que se han adoptado, especialmente aquellas basadas en la evaluación de riesgos, no han logrado proteger en forma adecuada la salud humana y el ambiente —el sistema mayor del cual los seres humanos no son más que una parte—. Así mismo, cabe señalar que es necesario poner en práctica el principio de precaución: cuando una actividad se plantea como una amenaza para la salud humana y el ambiente, deben tomarse medidas precautorias aun cuando algunas relaciones de causa y efecto no se hayan establecido en su totalidad. En este contexto de precaución, son los proponentes de una actividad específica, y no el público en general, quienes deben asumir la carga de la prueba estableciendo que sus actividades no son dañinas para la salud. El proceso de aplicación del principio de precaución ha de ser abierto, transparente y democrático, y debe incluir a todas las partes potencialmente afectadas. También debe involucrar un examen de toda la gama de alternativas, incluyendo la “no acción”, tal como lo recomienda la Declaración de Wingspread emitida en enero de 1998, sobre el principio de precaución.

La relación estrecha que existe entre ecosistemas y culturas tiene que ver con la manera como estas últimas actúan en y con la naturaleza y de ello depende su salud, cuidado y bienestar o, por el contrario, su dete-

---

\* Abogado, magíster y doctor en Derecho. Profesor asociado del Departamento de Derecho, vicedecano académico de la Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Nacional de Colombia y director del Grupo de Investigación en Derechos Colectivos y Ambientales (GIDCA). Clasificación A - Colciencias. Investigador senior. Correo electrónico: gmesac@unal.edu.co

rioro o contaminación, en últimas, la salud humana y ambiental o la enfermedad humana y ambiental. Se reconoce ampliamente en la literatura que los ecosistemas saludables posibilitan que los seres humanos estén sanos, así como que las condiciones ambientales favorables también ayudan a que otros integrantes de los ecosistemas estén sanos.

Entre los múltiples debates que existen hoy en día sobre este asunto, nos concentraremos en tres debates centrales que, para los efectos de nuestra reflexión<sup>1</sup>, aquí los enunciamos de la siguiente manera: el primero, sobre la historia de la apropiación de la naturaleza o el ambiente y el origen y persistencia de conflictos y problemas ambientales; el segundo, referido a algunas expresiones del pensamiento y la acción ambiental que brindan elementos esenciales para la configuración de un horizonte de sentido estrictamente ambientalista para la conservación de los ecosistemas y de las culturas, especialmente desde lo que hemos venido a denominar “ambientalismo popular” desde pueblos y sociedades tradicionales étnicas y campesinas y algunas urbanas marginadas que vienen siendo desplazadas por múltiples violencias, incluyendo el despojo y la expropiación; y el tercero, acerca de cómo la salud humana y ecosistémica deben ser abordadas desde una nueva perspectiva de derechos ambientales.

## Conflictividad ambiental e historia de la apropiación del ambiente

La historia del derecho ambiental parte de la apropiación del ambiente que va desde los usos tradicionales y sostenibles a la depredación y contaminación generalizada en el último siglo, periodo que puede ser considerado como la era del antropoceno, y que implica etnocidios y ecocidios y, por tanto, injusticia ambiental por violaciones sistemáticas a los derechos humanos y ambientales, principalmente de pueblos y sociedades tradicionales étnicas, campesinas y urbanas marginadas.

Tal historia está asociada al uso, depredación, contaminación y enfermedad, como consecuencia de usos insostenibles y apropiación injusta de la naturaleza por unos pocos a costa de otros, muchos o todos, que a su

---

1 Algunos elementos de este escrito fueron presentados como ponencia en el *Debate Salud, Políticas Públicas y Derechos Ambientales*, organizado por el *Doctorado en Salud Pública* de la Universidad Nacional de Colombia y el Grupo de Investigación en Derechos Colectivos y Ambientales (GIDCA) de la Universidad Nacional de Colombia, el viernes 31 de octubre de 2014.

vez genera otros problemas y conflictos ambientales por efectos acumulativos y generalizados de esa depredación y contaminación.

Las consecuencias han sido descritas como crisis ambiental y civilizatoria o crisis ecológica mundial, en la que algunas de sus características, siguiendo a Riechamann y Tickner (2002), tienen que ver con diversos impactos sobre la biosfera por parte de los sistemas industriales modernos que generan “daños catastróficos e irreversibles para los seres vivos y los ecosistemas” y procesos de toma de decisiones que, aunque estén basados en el mejor conocimiento científico disponible, se desarrollan casi siempre en condiciones de ignorancia e incertidumbre, como característica básica de la “sociedad del riesgo”<sup>2</sup> en que vivimos.

Es reconocido el hecho de que el uso de diversas sustancias contaminantes (químicas, biológicas, bacteriológicas) contribuye significativamente al deterioro de la salud humana y ambiental. Un estudio reciente sobre el *fracking* indica que sustancias químicas utilizadas en la fracturación hidráulica pueden perjudicar tanto hormonas reproductivas del cuerpo humano como receptores de hormonas glucocorticoides y tiroideas, que son esenciales para mantener una buena salud; así mismo, la composición química del agua de desecho generada por el *fracking* puede causar la liberación de partículas en tierras y suelos a los que se mezclan metales pesados y otros elementos contaminantes, los cuales al liberarse agravan los riesgos y daños en el ambiente —en suelos, aguas superficiales y subterráneas— durante los vertidos accidentales.

Un grupo significativo de movimientos ecologistas y ambientalistas, conjuntamente con pueblos y sociedades tradicionales étnicas y campesinas, vienen luchando contra lo que denominan ecocidio, o muerte a nuestro hogar, lo cual no es más que la destrucción de la ecosfera, la naturaleza o el ambiente a partir de daños e impactos ambientales negativos asociados a la contaminación de todos los elementos del ambiente (aguas, aire, suelos, bosques, fauna, etc.) y su consiguiente destrucción o pérdida de ecosistemas en un territorio específico, aspecto que incluye desastres ambientales de origen antropogénico y generadores de injusticias ambientales.

---

2 La sociedad moderna y contemporánea se caracteriza por ser sociedad del riesgo, la cual siguiendo a Beck (1991) es aquella que se desarrolla en la época del industrialismo “en la que los seres humanos han de enfrentarse al desafío que plantea la capacidad de la industria para destruir todo tipo de vida sobre la Tierra y su dependencia de ciertas decisiones” (p. 31).

El ecocidio afecta especialmente a pueblos y sociedades tradicionales étnicas y campesinas, así como a sociedades urbanas vulnerables, a las que les niegan el acceso a sus territorios y recursos naturales para la supervivencia, y las cuales son expropiadas de sus tierras y recursos en nueva forma de acaparamiento —a pesar de que suele insistirse en un discurso antiguo que dice que todavía hay tierras vacías o que las tierras deben ser para los que sí saben aprovecharlas y trabajarlas bien— frente a la gran demanda de tierras para la urbanización, las extracciones generalizadas y los megaproyectos energéticos (incluyendo los agrocombustibles) y de infraestructura que generan, a su vez, desplazamientos ambientales.

En la relación salud ambiental/salud humana es relativamente claro que un ambiente contaminado favorece el desarrollo de múltiples enfermedades, es decir, es la causa de enfermedades y a su vez consecuencia de otros conflictos ambientales. El deterioro del ambiente y sus elementos o componentes (aguas, aire, suelos, bosques, etc.), asociado a contaminaciones de diverso tipo, representan amenazas serias principalmente para la salud de niñas y niños y adultos mayores y especialmente de poblaciones vulnerables, quienes tienen en entredicho su supervivencia. Las condiciones de deterioro extremo de su salud y la de los ecosistemas donde se encuentran ponen en riesgo su derecho a tener generaciones futuras, es decir, estas poblaciones se enferman y mueren y es probable que no lleguen a tener descendientes.

Ciertos derechos de propiedad priman sobre los derechos territoriales y ambientales de pueblos y sociedades tradicionales; empresas nacionales y transnacionales imponen sus visiones e intereses y se convierten en legisladores materiales, cooptando el poder del Estado y la sociedad, y esto se hace, incluso, produciendo conocimiento desde la academia y las nuevas organizaciones no gubernamentales de corte “verde”, de la cual son parte los escépticos del ecologismo o la conservación. Clara muestra de ello es el ecocapitalismo o econeoliberalismo que se tiñe de verde para promover sus “particulares” visiones desarrollistas y extractivistas de comienzos del siglo XXI, usualmente asociadas al extractivismo por desposesión<sup>3</sup>.

---

3 Como lo ha indicado el profesor Harvey (2005), esta es la nueva forma que usa el capital para expropiar lo que no lo pertenece y lo puede hacer, incluso, haciendo que las leyes así lo ordenen; tal es el caso en Colombia de la apropiación por parte del gran capital de los bienes baldíos, que deberían ser para sociedades tradicionales étnicas y campesinas y pobladores sin tierra.

Por otra parte, en las últimas décadas se ha incrementado el número de desplazados ambientales a causa de los problemas y conflictos ambientales, entre ellos, los asociados al cambio climático. Las consecuencias del desplazamiento forzado ambiental, tanto sobre la salud humana como sobre los elementos de la naturaleza, hacen más difícil vivir en salud y, por el contrario, erosionan las condiciones de salud, incrementan las enfermedades, aumenta la propagación de enfermedades y, por ende, la mortalidad y los programas de atención en salud se dificultan o eliminan, y aparece la exposición transitoria o permanente a diversa clase de riesgos que a su vez incrementan la enfermedad y la muerte<sup>4</sup>.

Por todo lo anterior, si los pueblos y las sociedades tradicionales rurales y campesinas, así como comunidades urbanas, son dotados de territorios, tierras y elementos de la naturaleza para llevar una vida digna, se garantiza la permanencia en sus territorios y se escapa al desplazamiento forzado ambiental. Ello redundaría en que estas poblaciones, especialmente las rurales, produzcan alimentos para sí y para otros —no se debe olvidar que según cifras de Naciones Unidas, más del 60 % de los alimentos del mundo se producen por pueblos y sociedades tradicionales y campesinas—.

El conjunto de prácticas tradicionales para prevenir la enfermedad y vivir en armonía con la naturaleza, y el equilibrio interno, pasa por un conocimiento profundo del ambiente, así como de sus capacidades y limitaciones. Las sociedades tradicionales inician sus prácticas culturales siguiendo la regla de observar detenidamente el funcionamiento de los ecosistemas y sus reglas, las cuales sirven de modelo para las actuaciones humanas<sup>5</sup>. Esto se ha realizado desde el concepto de biomimesis o imitación de la naturaleza, ya que tales pueblos y sociedades desarrollaron con gran propiedad relaciones armónicas y de respeto con la naturaleza y los demás seres, aspecto que los movimientos ambientalistas de los últimos

---

4 El 12 de octubre de 2005, Día Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales, Janos Bogardi, director del UNU-EHS de la Universidad de las Naciones Unidas, manifestó que a medida que se incrementan los efectos del cambio climático, se incrementa exponencialmente la cantidad de personas obligadas a escapar de condiciones ambientales insostenibles y por ello en los acuerdos internacionales se tendría que conceder un lugar a esta nueva categoría de “refugiados”. Ver Universidad de las Naciones Unidas, *As ranks of 'environmental refugees' swell worldwide, calls grow for better definition, recognition, support* <http://www.ehs.unu.edu/file/get/3916>

5 Para un debate en profundidad, ver Riechmann (2006) y Commoner (1978) y (1992).

tiempos vienen defendiendo como una nueva práctica de la relación sociedad-ambiente.

Igualmente, la regla “la naturaleza sabe lo que hace” o primera ley informal de la ecología enunciada por Commoner (1978, 1982), por oposición a la regla de la modernidad que indica que solo es el ser humano el que conoce mediante la razón y que no es adecuado trasladar leyes de la naturaleza a leyes humanas (falacia naturalista), defendida por el pensamiento moderno, en particular Hume (1751), al indicar lo inapropiado de deducir normas morales (deber ser) de la realidad (el ser), pues la moral prescribe conductas humanas (deber ser) y no se debería ocupar de describir lo que es; es decir, de la sola observación y el análisis de los hechos no se debería deducir un juicio moral, o lo que es lo mismo, lo que “debe ser”. No obstante, no todo se puede traer de la naturaleza a las reglas humanas, especialmente aquellas prácticas que atentan contra la dignidad humana, pero la naturaleza y sus actuaciones pueden servir de orientación para que los grupos humanos tomemos caminos adecuados para su comprensión y entendimiento y para nuestra acción con la naturaleza y con otros seres humanos.

Así mismo, en las últimas décadas se viene defendiendo la idea del diálogo entre saberes modernos y tradicionales a partir del reconocimiento de su validez para resolver problemas asociados a la relación salud y enfermedad, lo que genera un concepto nuevo como la etnosalud, para la prevención de las enfermedades, la promoción de la salud y el control de las enfermedades, especialmente aquellas que desde ninguno de los dos saberes (por ausencia de conocimiento, comunicación o por imposición para eliminar a la fuerza el saber tradicional al que se le consideró peyorativamente mágico/religioso, como fuerza opuesta a la tradición cristiana occidental).

Las prácticas de la etnosalud pasan en primer lugar por un profundo conocimiento del funcionamiento de la naturaleza, las interrelaciones e interdependencias entre los diversos elementos que la conforman y los ciclos que permiten el desarrollo y permanencia de la vida. Las sociedades tradicionales, a través de los siglos de relación directa y estrecha con su ambiente, han logrado consolidar una comprensión profunda sobre todo lo que existe en él y sus conexiones y funciones. De plantas, animales y demás elementos del bosque natural han podido identificar características, capacidades, potencialidades y limitaciones para alimentar, proteger, cuidar, prevenir y sanar, pues reconocen en él —en el bosque— su casa —en

el sentido del hogar—, su abrigo y cobijo, su alimento y su medicina. Tal entendimiento potencia una relación de armonía con la naturaleza en sus diversas manifestaciones y por ello el bosque natural tiene tan alta significación en su cultura, de él dependen ellos como cultura y los otros seres que lo integran; diversos pueblos indígenas y otras sociedades étnicas y campesinas todavía conservan tales visiones y relaciones, las defienden, promueven y reivindican cuando terceros pretenden deteriorar, destruir o expropiar.

En segundo lugar, hay una deuda histórica ambiental con esos pueblos y sociedades tradicionales, por ello, permitirles que sigan en sus territorios y con acceso permanente a sus bosques es apenas una acción básica que el Estado y la sociedad colombiana deberían promover, incluso en beneficio general. Tales bosques y demás elementos del ambiente existen justamente porque hay culturas específicas (sociedades tradicionales étnicas y campesinas) que las han usado con cuidado históricamente y todavía las conservan y, además, hoy es posible que los bosques cumplan otra función que siempre han cumplido pero que en los últimos tiempos retoma un carácter principal: ser el principal sumidero de carbono al reciclar la contaminación de las prácticas cada vez más exageradas de sobreconsumo de una parte de las sociedades urbanas que llevan a la depredación y a la destrucción.

Una relación armónica con la naturaleza ha servido a las sociedades tradicionales para potenciar sus posibilidades de materializar la satisfacción de todas sus necesidades básicas, pues en ella han sabido encontrar todos los elementos “naturales” y culturales que los ecosistemas brindan. La naturaleza es su escuela y centro de producción y reproducción del conocimiento, que a diferencia del escenario del pensamiento moderno —la escuela, el laboratorio o la fábrica en versión moderna— privilegia los usos intensivos e inadecuados de los elementos de la naturaleza, generando presiones más fuertes sobre los ecosistemas y las culturas y profundizando y potenciando conflictividades ambientales, incluidas la del despojo y el desplazamiento ambiental.

Profundizar en los conocimientos tradicionales nos permitirá superar los estrechos límites del conocimiento moderno que potencia la acumulación sobre el cuidado y conservación de los ecosistemas y las culturas, especialmente porque en esas culturas y en esos ecosistemas podríamos encontrar respuestas concretas a problemas humanos asociados con resolver o tratar enfermedades o desequilibrios por los que la sociedad hegemónica pasa y promueve, cuando lo que se requiere es profundizar en

conocimientos biotecnológicos en estricto sentido, es decir, que potencian la permanencia de la vida y no de la enfermedad y la muerte. En últimas, tenemos mucho por aprender desde la academia del conocimiento tradicional étnico, campesino y de comunidades urbanas marginadas.

### Algunas expresiones del pensamiento y la acción ambiental para resolver la conflictividad ambiental

El pensamiento ambiental es tan diverso como diversas son las culturas y los seres humanos que las conforman. Este pensamiento no es tan nuevo como ciertas teorías desde países del Norte global han indicado; es decir, para ellos, solo los habitantes ricos de los países ricos pueden hablar, pensar y actuar como conservacionistas. Las diversas expresiones del pensamiento ambiental pueden ser agrupadas en dos grandes visiones: las visiones sectoriales y parciales y, las visiones integrales y sistémicas. Las primeras son las vigentes en la mayoría de las sociedades y Estados en el mundo actual, mientras que las segundas son esencialmente premodernas y persisten y perviven hoy en la mayoría de pueblos y sociedades étnicas y tradicionales alrededor del mundo, basadas en consumos endosomáticos y exosomáticos de infraconsumidores y sobreconsumidores.

El denominado ecocapitalismo, econeoliberalismo o ecologismo superficial que se “tiñe de verde” para pasar por verde, pero no lo es, es la expresión concreta del capitalismo de fines del siglo XX y comienzos del XXI que busca la generalización de la apropiación de la naturaleza por los principales agentes del capital y del mercado, las empresas transnacionales y nacionales. Esta visión es esencialmente medioambientalista pues ve a la naturaleza, los ecosistemas y las culturas como meros medios e instrumentos de los fines del capital, la acumulación basada en la extracción ilimitada de la naturaleza y su deterioro y contaminación, sin asumir los impactos negativos y los daños que genera para las actuales y futuras generaciones de humanos y no humanos.

Por otra parte, otros movimientos ecologistas y ambientalistas, en estricto sentido, promueven acciones limitadas en y con la naturaleza, y van desde los más extremos o verdes, los ecocentrismos como el ecologismo profundo, hasta un poco menos exigentes pero basados en postulados de límites concretos a las acciones humanas sobre la base del reconocimiento de los límites naturales de la ecosfera, entre ellos, el ecopacifismo, el ecosocialismo, los ecofeminismos, el movimiento afroestadounidense por la justicia ambiental, el ambientalismo político o ecología política y el

ambientalismo popular, componente central de nuestra propuesta por un pensamiento y acción alternativos a las formas de depredación y contaminación generalizada de la naturaleza o el ambiente en las últimas décadas<sup>6</sup>.

Estas visiones tradicionales desde el Grupo de Investigación en Derechos Colectivos y Ambientales (GIDCA) se han teorizado como ambientalismo popular<sup>7</sup>, noción que hace referencia al esfuerzo desplegado por grupos sociales que conservan la naturaleza o el ambiente al vivir directamente de él y reconocen que sin el ambiente es imposible vivir, lo cual hace que sean culturas protectoras del ambiente y conservacionistas, no por naturaleza como afirman algunos, sino por cultura, es decir, porque lo aprenden y lo viven reconociendo las potencialidades y limitaciones de los ecosistemas de los cuales viven y obtienen todo para satisfacer sus necesidades básicas; por oposición al ecologismo de los ricos, que afirma que solo ellos pueden conservar al haber superado las necesidades básicas.

Como se puede observar, esta última afirmación desconoce que quienes más tienen y más pueden, tienen huellas ambientales mayores, asociadas esencialmente a consumos exo-somáticos para satisfacer mayoritariamente deseos y preferencias humanas de unos pocos humanos —los grandes sobreconsumidores del mundo—, a diferencia de los infra-consumidores del ambientalismo popular —poblaciones y sociedades de pueblos y sociedades tradicionales étnicas y campesinas y urbanas marginadas— que sobreviven con poco y ello lo destinan en consumos endosomáticos<sup>8</sup> para satisfacer necesidades básicas humanas, que incluso están autoriza-

---

6 Para un debate en profundidad sobre la diversidad de expresiones de los movimientos ambientalistas y ecologistas, ver Dobson (1997), (1998) y Mesa Cuadros (2007).

7 Autores como Martínez Alier (1998) las han denominado como ecologismo de los pobres, por oposición al ecologismo de los ricos formulado desde finales del siglo XIX en Europa occidental y en Norteamérica, que a su vez dio origen a la figura de parques nacionales bajo la fórmula del preservacionismo de ciertos lugares, espacios o territorios que deberían quedar intocados por la mano del ser humano; para ello, por supuesto, había que desocupar esos territorios, los cuales estaban habitados por sociedades tradicionales étnicas indígenas.

8 Para una comprensión más amplia, ver Rees (1996) y Wackernagel (2001), (1996) y Wackernagel y Rees (2001) y su concepto de huella ecológica. Para huella ambiental, ver Mesa Cuadros (2001), (2007).

das éticamente y jurídicamente, en el caso colombiano, por las indicaciones del Artículo 53 y 82 del Código de Recursos Naturales<sup>9</sup>.

En todo caso, una de las expresiones de los ecologismos y ambientalistas pasa por distinguir su concepto<sup>10</sup>. Dentro de tales expresiones encontramos a los ecocentristas, uno de cuyos representantes más connotados en la primera década del siglo XX fue Aldo Leopold (1941), quien afirmó que un compromiso ético humano con la Tierra consistía en devolver a los ecosistemas su salud y su robustez y mantenerlos en esa condición, a diferencia de Pinchot (1947), que indicaba que la tarea de una buena administración de la naturaleza tenía que ver con explotar y transformar eficientemente la naturaleza (los recursos naturales).

En su texto *La naturaleza silvestre como laboratorio de la Tierra*, Leopold (1941) precisa argumentos a favor de la “preservación” de la naturaleza silvestre, pues ella es base para analizar la salud de la Tierra y la salud de esta es “la capacidad de la naturaleza de ‘renovarse por sí misma’”, definición dinámica, funcional (no estática o estructural) y orgánica de la naturaleza al indicar que “hay dos organismos en los cuales los procesos inconscientes automáticos de auto-renovación han sido complementados

---

9 Dice esta norma que los colombianos y colombianas podemos usar la naturaleza o el ambiente, que no es nuestro sino que pertenece a todas y todos (es decir, es del Estado), por ministerio de la ley, siempre y cuando sea para satisfacer nuestras necesidades básicas, las de nuestras familias y las de nuestros animales domésticos; siendo en estricto sentido una norma ambiental básica, pues es un límite concreto al uso o acceso a la naturaleza o a sus elementos, en la medida que afirma que debe ser para satisfacer necesidades básicas (consumos endosomáticos para la supervivencia) y no para satisfacer deseos y preferencias humanas (consumos exosomáticos para el lujo y beneficio de unos pocos y que conforma los mayores consumos en el planeta, como quiera que, como lo ha indicado Naciones Unidas, desde 2010 menos del 10 % de la población del mundo consume más del 90 % de los recursos del planeta).

10 El término *ecologista* puede ser un reduccionismo, en el cual se denomina así a las personas, organizaciones o movimientos “verdes” que se caracterizan por su preocupación por los ecosistemas, pero no hacen mucho en los asuntos ambientales en estricto sentido (lo que algunos denominan socioambientales) que le son inherentes, es decir, para un ecologista, lo humano no es tan relevante, incluso para algunos ecologistas radicales el problema es lo humano; por ello se afirma en ocasiones que las culturas que habitan los ecosistemas no cuentan con prioridades. Por su parte, *ambientalista* sería la persona, organización o movimiento “verde”, que además de tener un compromiso por la conservación del ambiente desde su base ecosistémica, articula su acción en un sentido político amplio, integral y sistémico con la defensa de los intereses o los derechos de los seres humanos, pueblos, comunidades y grupos humanos que viven en específicos territorios, ecosistemas o ambientes.

con la interferencia y el control conscientes. Uno de ellos es el hombre mismo (medicina y salud pública) y el otro es la tierra (agricultura y conservación), [por ello] el arte de curar la Tierra se ha practicado con vigor, pero la ciencia de la salud de la Tierra es un trabajo para el futuro”, entre ellos, a partir de estándares ecológicos o ambientales que precisen dónde la Tierra puede ser ocupada sin hacerla disfuncional, es decir, donde se conserve, entendiendo por conservación “un estado de salud en la Tierra” y tal salud de la Tierra como “un estado de auto-renovación vigorosa” (citado por Callicot, pp. 58-59).

Por otra parte y tal como lo indica Callicot (2004), el concepto de salud, tanto en su sentido figurado como literal, es a la vez descriptivo y prescriptivo, objetivo y normativo. La salud en sentido literal, es una condición objetiva de un organismo que se puede describir empíricamente con un grado mayor o menor de precisión; pero es también una condición valorada universalmente, un estado indudablemente valioso (p. 64),

ya que solo en contadas ocasiones alguien preferiría estar enfermo que sano. Y a la vez, indica que una política ambiental diseñada para lograr la salud de la Tierra se enfrenta a problemas análogos a una política social diseñada para mejorar la salud de los ciudadanos, en la medida que la salud personal y la de los ecosistemas serían “un bien mayor que el de satisfacer inmediatamente ansias (contrarias a la salud) de tabaco, coca, licor y helado, o de contar con más centros comerciales, hipódromos y campos de golf” (Callicot, 2004).

Este filósofo precisa algunos criterios o estándares para evaluar la salud de los ecosistemas, lo que se traduce en la sostenibilidad o sustentabilidad (conocida como “desarrollo sostenible” o “desarrollo sustentable”). Entre estos criterios se tiene:

- a. *Productividad biológica*: se refiere a cuánta biomasa por unidad produce un paisaje determinado y si alguna acción podría incrementar o reducir su productividad.
- b. *Diversidad de las especies locales*: da cuenta de cuántas especies habitan un ecosistema y cuántos especímenes tiene cada una de ellas y si la introducción de alguna modificación incrementaría o reduciría esa diversidad de especies.
- c. *Diversidad de las especies globales*: describe cuántas especies nativas, únicas o endémicas habitan en un determinado paisaje; en qué cantidad y qué modificaciones protegerían a las especies nativas

más sensibles o las reemplazarían por especies exóticas más prolíficas; qué modificaciones protegerían o amenazarían a las especies endémicas de un paisaje determinado y cuáles modificarían o reducirían sus poblaciones.

- d. *Variabilidad genética al interior de las poblaciones:* la variabilidad genética es vital para la capacidad de las poblaciones para reaccionar ante enfermedades y parásitos y para resistir otras presiones ambientales. Igualmente, la variabilidad genética de modo que sea posible evolucionar en respuesta a las condiciones ambientales cambiantes.
- e. *Función ecológica:* las comunidades de plantas retienen bien la tierra y absorben bien la humedad y fijan bien el nitrógeno. Por otra parte, las polinizaciones ayudan a la reproducción de las plantas y la fauna microbiana del suelo a la descomposición de *detritus* y reciclaje de nutrientes.

Dichos criterios hoy traducen la visión e idea del “desarrollo sostenible” como la ejecución de actividades productivas humanas que pueden ser sostenidas indefinidamente, incluso si tal desarrollo es o no saludable ecológicamente<sup>11</sup> (Callicot, 2004, p. 64).

## La salud humana y ecosistémica en perspectiva de derechos ambientales

A pesar que el derecho a la salud y el derecho al ambiente sano junto a otros derechos ambientales están constitucionalizados<sup>12</sup> y desarrollados legalmente, su protección efectiva es uno de los déficit de los Estados y sociedades contemporáneas que, por demás, recurren incluso a “teñirse de verde” para promover falsas ideas de cuidado, conservación y preven-

---

11 Precisa Callicot (2004) que algunos promotores de tal visión podrían calificar de sustentable, “una vía de desarrollo incluso si hereda a las generaciones futuras un ambiente empobrecido pero con suficiente conocimiento tecnológico práctico y de fondos para invertir en la invención y construcción de un mundo artificial” (p. 64).

12 Ver artículos 48, 49, 79 y siguientes, así como la Ley 99 de 1993 y el Código de Recursos Naturales, además de los tratados internacionales de derechos humanos sobre salud humana y protección ambiental que hacen parte del bloque de constitucionalidad.

ción<sup>13</sup> o control de la salud humana y ambiental, promoviendo, aplicando y practicando el deterioro, la contaminación, el daño y la enfermedad en múltiples territorios, ecosistemas y culturas.

Desde nuestra perspectiva, para resolver lo anterior se requiere una nueva conceptualización y fundamentación desde los derechos ambientales, desde otra forma de entender las relaciones entre la cultura y el ambiente<sup>14</sup> (cultura-ecosistemas) que se pueda traducir en justicia ambiental, en la que la salud –de los humanos y de los ecosistemas–<sup>15</sup> sea uno de los componentes esenciales de la base material sobre la cual se construya la dignidad humana y ambiental.

Una de las expresiones de la reconstrucción de la dignidad es la idea de justicia ambiental y justicia en salud, para la salud humana y ambiental<sup>16</sup> presente y futura, pues reconocemos que la madre tierra, la naturaleza, el ambiente o la ecosfera pueden satisfacer las necesidades básicas de todos los humanos y no humanos presentes y futuros, pero no pueden sostener los deseos y preferencias humanas de unos pocos humanos, basados en el sobreconsumo, depredación y contaminación que el capitalismo industrial y financiero injusto y globalizado genera. Un nuevo sistema se hace necesario organizar para que se satisfagan las necesidades de todas

---

13 Puede ser además conceptualizado como previsión y anticipación desde una visión de estándar ambiental exigente, con la diferencia que la precaución contiene un elemento de autorización para tratar de controlar los daños y evitar riesgos futuros, por tanto, su estándar es inferior al del principio de prevención.

14 Una de sus expresiones puede ser la “biomímesis” o la imitación de la naturaleza en términos de su funcionamiento para que, reconociendo su manera de actuar, sea en lo que corresponda, modelo a emular para ciertas actividades humanas basadas en límites, especialmente, prevención, contención y responsabilidad. Para un debate en profundidad, ver Riechmann (2006).

15 Siguiendo a Folch (citado por Riechmann y Tickner, 2002, p. 9), nuestras decisiones casi siempre se toman en condiciones de incertidumbre y la ciencia no prueba nada con total certeza, sino que “el diagnóstico médico perfecto sigue a la autopsia: pero la mayoría de nosotros seguro que prefiere algo menos de incertidumbre científica a cambio de una acción terapéutica temprana”.

16 En el 2014 se volvió a insistir en los serios y graves problemas que aquejan a muchas regiones del planeta, especialmente frente a la escasez y contaminación de las aguas, asociadas a la depredación y contaminación de los bosques y los usos exagerados y no permitidos del agua o es cambiada su prioridad por visiones crematísticas. Tal es el caso de la problemática del agua en el Estado de São Paulo (con 35 millones de personas) y su capital São Paulo (con 22 millones). Ver editorial del periódico *El Espectador* del lunes 27 de octubre de 2014.

y todos y no solo de unos pocos. Las sociedades tradicionales que todavía tienen un vínculo con la madre tierra, reconocen los límites ambientales y los de la capacidad humana, por ello, los derechos de la madre tierra son el debate central que se debe asumir hoy<sup>17</sup>.

Por otro lado, la salud humana tiene en el derecho a la alimentación y el derecho al ambiente sano concreciones específicas que nuevas formas tecnológicas asociadas a la producción agroindustrial y biotecnológica basada en transgénicos y clonación animal y humana pueden poner en riesgo al generar nuevas afectaciones a la salud y permitir el surgimiento e incremento de enfermedades nuevas.

La cultura humana desempeña un papel importante en los ecosistemas. A pesar de las afirmaciones modernas de los siglos XIX y XX frente a que solo se puede hacer conservación sin seres humanos o que solo conservan los ricos porque no están atados a la satisfacción de necesidades básicas (especialmente si soy yo el que afirma que otros son los que contaminan y yo el que conserva)<sup>18</sup>, es clara la relación entre salud humana y ambiental, a pesar de los impactos ambientales de la acción de un grupo de seres humanos en la salud humana y ambiental.

Por lo anterior, el derecho a la salud y el derecho al ambiente sano hacen parte de los derechos humanos, pero somos partidarios de una teoría que amplíe la visión de los derechos y supere la visión estrecha, sectorial y parcial de las teorías de los derechos, que como las liberales y las positivis-

---

17 Como nos precisa el profesor De Currea Lugo (2005, p. 13), es por lo menos interesante de analizar por qué en unos países como los europeos predominan las publicaciones asociadas al aborto, la eutanasia y la genética y en otros, como los del llamado tercer mundo, se centran más en los problemas cotidianos de la vida (diarrea, infecciones respiratorias y vacunas), es decir, cómo vivir o sobrevivir y en los países ricos, pareciera ser, cómo se muere.

18 Los indígenas u'wa, de las estribaciones orientales de la Sierra Nevada del Cocuy-Güicán, han indicado la íntima relación entre los diversos elementos o componentes del ambiente. En efecto y referenciado por Osborn (1990), los mitos cantados de los u'wa "pueden estar clasificando a los animales (incluyendo el hombre) y las plantas de acuerdo a su hábitat y de acuerdo al alimento que consumen; pero otra explicación que quiero señalar es la de que en la narración se está documentando el territorio u'wa (Osborn, 1985). A medida que los pájaros, animales y peces migran o se desplazan, se van nombrando los lugares por donde pasan: picos de montañas, lugares o rutas y ríos. Los nombres de los lugares que se enumeran, abarcan el territorio que ocupaban los u'wa en el pasado y en algunos casos también señalan rutas por las que los shamanes u'wa han viajado para enseñar y para aprender de otros indígenas. Los mitos cantados sirven por tanto como reseña de la geografía circundante o mapa mental".

tas vigentes y generalizadas en el mundo, hacen muy poco por concretar y proteger efectivamente, en primer lugar, los derechos de y todos los humanos y, en segundo lugar, ampliar el ámbito de protección de los derechos más allá de lo humano, promoviendo debates públicos y políticos sobre los derechos de lo no humano, tanto del ambiente, la naturaleza o la *pacha mama* – como la nombran los pueblos indígenas –, sino seguramente de otros elementos del ambiente, que como los animales, también podrían reclamar protección moral y jurídica por parte de nosotros los humanos<sup>19</sup>.

Paradójicamente, algunos teóricos siguen considerando que solo son derechos unos pocos (los civiles y políticos luchados y ganados a comienzos de la modernidad y con las revoluciones burguesas) y los otros (los derechos sociales, económicos y culturales, colectivos y ambientales, DHESCCA) son meras expectativas que se lograrán considerar cuando un país sea o pertenezca al club de los desarrollados o ricos, lo cual se dará solo en estado de absoluta libertad siguiendo a los teóricos clásicos del liberalismo desde Locke hasta Hayek, Nozick o Summers<sup>20</sup> y ha tenido que pasar mucho tiempo, correr mucha tinta y, sobre todo, mucha sangre y muerte por falta de atención médica y sanitaria porque clínicas, hospitales, legisladores, políticos, jueces y doctrinantes no aceptan los cambios necesarios en las perspectivas teóricas para ajustarlas a los nuevos tiempos y nuevas necesidades humanas de la protección de su dignidad y no solo a seguir aceptando las incoherencias de teorías y doctrinas decimonónicas o tiempos pretéritos<sup>21</sup>.

Uno de los aspectos centrales de la discusión jurídica es pasar por indicar que estos dos derechos han sido consignados en la mayoría de las normas internacionales y nacionales de múltiples Estados y a la vez desarrollados y protegidos o desprotegidos por la jurisprudencia nacional e internacional y, de manera controversial, en ocasiones la doctrina adolece

---

19 Para un debate más amplio sobre este asunto, ver Mesa Cuadros (2001).

20 Quienes consideran que solo el mercado y la propiedad privada son el principal escenario, ya no de derechos, sino de servicios públicos, los cuales en el último tiempo solo serán servicios privados y, en ello el Estado no debe interferir, es decir, la única forma Estado aceptable es el “Estado ultramínimo” como nos lo recordó Nozick (1988).

21 En últimas, hoy se requieren teorías del derecho, los derechos, la justicia y el Estado para resolver los problemas del siglo XXI y los venideros, y no para tratar de ajustar cierta coherencia a teorías que en su búsqueda o aceptación de la teoría que sostiene que “todo tiempo pasado fue mejor”, pues solo harían arqueología de los derechos.

de análisis jurídicos, políticos y económicos profundos para avanzar en su protección.

Dentro de las principales normas internacionales se encuentran el Pacto Internacional de Derechos, Económicos, Sociales y Culturales de Naciones Unidas, 1966; la Convención sobre Derechos del Niño, 1989; y la Observación General 14 del Comité DESC de Naciones Unidas. Según el Derecho Internacional de los Derechos Humanos, el derecho a la salud —como otros derechos—, impone al Estado obligaciones de respetar (abstenerse de inmiscuirse directa o indirectamente en el disfrute del derecho a la salud), proteger (tomar medidas para impedir que terceros interfieran en la aplicación de las garantías del Pacto Internacional de Derechos Humanos) y cumplir (adoptar medidas de carácter legislativo, administrativo, presupuestal, judicial o de otra índole para dar plena efectividad al derecho a la salud).

Buena parte de la jurisprudencia sobre la protección del derecho al ambiente sano y sus relaciones con la salud humana, es decir, tanto del Consejo de Estado como de la Corte Constitucional, reconocen la relación existente entre salud y ambiente, de tal forma que aceptan que un ambiente contaminado es susceptible de afectar la salud humana; sin embargo, sigue siendo una visión antropocentrista que se pregunta especialmente por la salud humana y no aparecen conceptos como la salud de los ecosistemas u otros similares (es decir, es esencialmente una visión sectorial sanitarista de la relación ambiente-salud), especialmente presente en el Consejo de Estado, con excepción de la sentencia que resuelve la acción popular en defensa de río Bogotá que trata directamente la relación ambiente-salubridad pública-salud.

Ahora bien, la Corte Constitucional en sentencias recientes ha interpretado de manera un poco más amplia el derecho a la salud y ha llegado a afirmar que el derecho a la salud implica gozar de unas condiciones ambientales adecuadas (aunque debería ser a la inversa, dentro de los derechos ambientales, debería estar la salud y no solo el ambiente sano dentro del derecho a la salud). Por otra parte, la tesis principal en vía de acción de tutela sigue siendo la de la conexidad entre el derecho al ambiente sano se protege por la tutela si hay conexidad entre este derecho y un derecho fundamental como la vida o la salud, aunque cada vez la visión se vuelve más restrictiva y la Corte no avanza en formulaciones del carácter de derecho autónomo que no dependa de otro derecho para ser exigible jurídicamente.

Algunas de las discusiones centrales de los jueces son del siguiente orden; tanto para la Corte Constitucional como para el Consejo de Estado, el derecho al ambiente sano incorpora varias dimensiones, entre ellas, el carácter de i) derecho fundamental por conexidad (por encontrarse estrechamente ligado con los derechos fundamentales a la vida y a la salud); ii) derecho-deber (todos son titulares del derecho a gozar de un ambiente sano pero, además, tienen la obligación correlativa de protegerlo); iii) objetivo social, en el sentido de cuidar y conservar las condiciones ambientales para garantizar la supervivencia de las generaciones presentes y futuras) y; iv) deber del Estado de cuidar y conservar el ambiente, mediante un manejo adecuado de los recursos, la promoción de la educación ambiental, la promoción de la sostenibilidad<sup>22</sup> y la imposición de las sanciones a que haya lugar cuando se generen daños e impactos ambientales negativos no autorizados por la Constitución o la ley<sup>23</sup>.

Por su parte, en el caso de la prestación del servicio público de aseo por parte de Emsirva en Cali, el Consejo de Estado indicó en 2009 que tanto la Constitución Política de 1991 como el Código de Recursos Naturales (Decreto Ley 2811 de 1974) precisan los límites para que la acumulación o disposición inadecuada de residuos, basuras, desechos y desperdicios no afecten la salud humana. En sentido cercano, en el caso de las afectaciones en la Quebrada Chorro Hondo de Medellín, el máximo tribunal de lo Contencioso Administrativo precisó que la seguridad y salubridad públicas han sido tratadas como parte del concepto de orden público y se refieren, entre otros asuntos, a las obligaciones que tiene el Estado de garantizar condiciones mínimas que permitan el desarrollo de la vida en comunidad.

---

22 Para un desarrollo amplio de los criterios que precisan el principio de responsabilidad, más allá del “desarrollo sostenible”, ver Daly (1991) y Riechmann (1995).

23 Ver Sentencia de Acción Popular del Consejo de Estado en demanda de protección del Río Bogotá. Además insiste el juez que dentro de las previsiones del Constituyente sobre la protección ambiental, se encuentra especialmente el agua como fuente de vida y como condición para el disfrute de otros derechos, tales como la salud o la alimentación, es decir, los elementos del derecho al agua “deben ser adecuados a la dignidad, la vida y la salud humanas, de conformidad con lo establecido por el párrafo 1 del artículo 11 y 12 del Pacto de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Lo adecuado del agua no debe interpretarse de forma restrictiva, simplemente en relación con cantidades volumétricas y tecnologías. El agua debe tratarse como un bien social y cultural, y no fundamentalmente como un bien económico. El modo en que se ejerza el derecho al agua también debe ser sostenible, de manera que este derecho pueda ser ejercido por las generaciones actuales y futuras”.

Es de destacar la Sentencia T-760 de 2007, en la que la Corte Constitucional reitera las diversas ocasiones en que ha resaltado la relevancia jurídica y práctica del derecho a disfrutar de un ambiente sano, así como su conexión con derechos como la vida y la salud y recuerda la Observación General 14 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales que reconoce al ambiente sano como el escenario para posibilitar la vida del ser humano en el planeta. Allí se lee:

... la referencia que en el párrafo 1 del artículo 12 del Pacto se hace al “más alto nivel posible de salud física y mental” no se limita al derecho a la atención de la salud. Por el contrario, el historial de la elaboración y la redacción expresa del párrafo 2 del artículo 12 reconoce que el derecho a la salud abarca una amplia gama de factores socioeconómicos que promueven las condiciones merced a las cuales las personas pueden llevar una vida sana, y hace ese derecho extensivo a los factores determinantes básicos de la salud, como la alimentación y la nutrición, la vivienda, el acceso a agua limpia potable y a condiciones sanitarias adecuadas, condiciones de trabajo seguras y sanas y un medio ambiente sano. Lo anterior, teniendo en cuenta que desde la Declaración de Estocolmo de 1972, la Carta Mundial de la Naturaleza de 1982, la Declaración de Río de Janeiro de 1992 y la Resolución 45/94 de la Asamblea General de las Naciones Unidas (sobre la necesidad de asegurar un medio ambiente sano para el bienestar de las personas) se reconoció la existencia de un lazo entre la verdadera realización global de la dignidad humana y un medio ambiente de calidad. Por ejemplo, en el último de los instrumentos mencionados, entre otras, se consignó la siguiente declaración: “los hombres y las mujeres tienen derecho fundamental a la libertad, la igualdad y el disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio ambiente de calidad tal que les permita llevar una vida digna y gozar de bienestar, y tienen la solemne obligación de proteger y mejorar el medio ambiente para las generaciones presentes y futuras”; asimismo enseguida se afirmó: “la creciente degradación del medio ambiente podría poner en peligro la propia base de la vida”; y finalmente, a partir de éstas, la Asamblea reconoció que “toda persona tiene derecho a vivir en un medio ambiente adecuado para su salud y su bienestar” (Corte Constitucional 2007, p. 37).

Por regla general, la Corte ha precisado que la exigibilidad del derecho a la salud se encuentra sometida a la conexión que este pueda tener con algún derecho fundamental, pero ello no obsta para que la evolución de la jurisprudencia constitucional, en paralelo al carácter progresivo del derecho a la salud y la madurez de los principios e instituciones adscritos a la seguridad social, haya permitido superar la tesis de conexidad y pasar a la del fundamento autónomo del derecho a la salud.

En efecto, teniendo en cuenta tal desarrollo y atendiendo el Pacto sobre Derechos Económicos, Sociales y Culturales (art. 12) y la Observación General 14 del Comité adscrito a dicho Pacto, en la cual se catalogó tal categoría de derechos, como “derechos humanos fundamentales”, la Corte a mediados de 2005, en las sentencias T-573 de 2005 y T-307 de 2006 principalmente, extendió la fundamentalidad autónoma de la salud, bajo los siguientes términos:

... se puede considerar que el derecho a la salud es un derecho fundamental cuya efectiva realización depende, como suele suceder con otros muchos derechos fundamentales, de condiciones jurídicas, económicas y fácticas, así como de las circunstancias del caso concreto. Esto no implica, sin embargo, que deje de ser por ello un derecho fundamental y que no pueda gozar de la debida protección por vía de tutela, como sucede también con los demás derechos fundamentales (Sentencia T-573, p. 11).

Así las cosas, el carácter fundamental del derecho a la salud es resultado del profundo vínculo entre este con el disfrute real de una vida digna. Eso sí, una vez cumplidas con las diferentes condiciones establecidas en la Constitución y la ley para acceder al beneficio, es deber del Estado garantizar el derecho en todas sus facetas, a saber, preventiva, reparadora y mitigadora, de manera integral, es decir, en los aspectos físico, funcional, psíquico, emocional y social.

Por su parte y en sentido similar, la Corte en Sentencia T-1158 de 2005 reiteró que la contaminación auditiva puede constituir una intromisión indebida en el espacio privado de las personas, y que implica generalmente la transgresión de los derechos a la intimidad personal y familiar, a la paz y a la tranquilidad, sin perjuicio de los daños que aquella pueda ocasionar a la salud o a la calidad de vida. Así mismo, la Sentencia C-293 de 2002 precisó que el derecho al ambiente sano no se puede desligar del derecho a la vida y a la salud de las personas, ya que los factores que lo afecten causan daños irreparables en los seres humanos y por ello habrá que decirse que el ambiente sano es un derecho fundamental para la existencia de la humanidad.

No se puede desconocer nuestra cruda realidad colombiana, similar a la de otros gobiernos, los cuales presionados por empresas transnacionales y por los Estados de tales empresas, fuerzan cada vez más para que los estándares en salud humana y salud ambiental sean tenidos en cuenta. Los Estados con gobiernos poco serios, ceden a tales exigencias, y transforman sus normas haciendo más flexibles las conductas de empresas y,

por tanto, más recurrentes y graves los daños y el deterioro ambiental y a la salud humana, especialmente de sociedades vulnerables. En las dos últimas décadas en Colombia y en múltiples países del Sur global, acuerdos internacionales usualmente agenciados por tratados de libre comercio establecen mayores protecciones a la inversión extranjera con múltiples tipos de exenciones fiscales junto a menores exigencias ambientales<sup>24</sup>.

Estas decisiones generan múltiples daños al ambiente y a la salud de las personas y muchas de ellas terminan desplazadas forzosamente por tales antipolíticas, asociadas al sometimiento a expropiaciones ilegales de sus territorios y recursos y a contaminaciones diversas que, por supuesto, afectan no solo a los seres humanos como individuos, colectivos o culturas, sino que también al ambiente (contaminación de aguas, suelos y aire, deforestación y pérdida de biodiversidad, etc.), sometiendo a este y a las personas a mínimos estándares de protección ambiental y sanitaria, lo que origina a su vez múltiples enfermedades humanas (incluyendo deficiencias alimentarias) y de los ecosistemas.

Dichas políticas además desconocen los principios de prevención y precaución ambientales<sup>25</sup>, así como el de sostenibilidad, responsabilidad y solidaridad ambiental. Nos parece relevante indicar algunos de los principios y criterios de aplicación del principio de precaución desarrollados por la Comisión Europea —según COM (2000)— y que tienen que ver con:

- a. *Proporcionalidad*: las medidas deben ser proporcionales con respecto al nivel deseado de protección y no deberían perseguir riesgo cero.

---

24 La desregularización para la apropiación generalizada de nuevos elementos de la naturaleza lleva a la corrupción creciente de instancias estatales y el cambio permanente de reglas ambientales para disminuir el estándar, desmontar actividades, proyectos y obras que requieran licencias, así como se flexibilizan estudios de impacto ambiental y los planes de manejo ambiental disminuyen sus exigencias y no cuentan con programas de seguimiento continuo, monitoreo y revisiones permanentes hasta el fin y desmante de los proyectos.

25 Previstos en la norma constitucional en el artículo 80, al expresar que para garantizar la conservación del ambiente, es deber del Estado colombiano planificar su manejo y aprovechamiento desde criterios o principios de prevención y control del deterioro ambiental y, si se generan daños o impactos ambientales negativos, deberá imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

- b. *No discriminación*: situaciones comparables no deben tratarse diferenciadamente y situaciones diferentes no deben tratarse igual, a menos que existan razones objetivas para ello.
- c. *Consistencia*: el tipo de medidas y su extensión deben ser comparables con las adoptadas previamente en áreas equivalentes donde los datos científicos estén disponibles.
- d. *Análisis multivariado*: reconocer la relevancia de diversos métodos de análisis costo-beneficio cuando sea apropiado y factible.
- e. *Revisión*: las medidas serán provisionales y, por tanto, revisables cuando aparezcan nuevos y mejores datos científicos, aunque la investigación continuará hasta encontrar datos más completos.

Los criterios éticos, políticos y jurídicos ambientales deben incorporar tanto el *principio de solidaridad ambiental*, como reconocimiento jurídico político de otro(s) ser(es) distintos a mí, en igualdad de condiciones de dignidad a la que exijo para mí, principio que precisa la ampliación de la comunidad moral, no solo formal sino también material a todos los seres humanos y a los no humanos, hasta donde seamos capaces de fundamentar, defender y ganar en los escenarios jurídico políticos correspondientes, así como el *principio de responsabilidad ambiental*, entendido como el conjunto de deberes y obligaciones en una doble dimensión: la primera como responsabilidad compartida pero diferenciada (son responsables ambientalmente hablando tanto el Estado, como de las empresas y los particulares, pero diferenciadamente de acuerdo a sus respectivas conductas y acciones por los daños e impactos efectivamente causados), y la segunda, como responsabilidad ambiental “de la cuna a la tumba”, es decir, se es responsable desde el momento en que se incorpora algo en el ambiente, hasta que ese elemento o componente deja de producir impactos negativos en el ambiente, criterio que amplía el aspecto temporal del daño ambiental por sus afectaciones materiales mientras estas duren y, por ello, se extiende hasta el mediano y el largo plazo tal responsabilidad, afectando no solo a una parte de las generaciones actuales de humanos y no humanos, sino a generaciones futuras como extendido en el tiempo sea el impacto (por ejemplo, por contaminación química, probablemente las próximas 50 generaciones o por contaminación nuclear, quizás a las próximas 500 generaciones).

De los anteriores presupuestos de fundamentación de derechos ambientales hemos formulado nuestra teoría del *Estado ambiental de de-*

*recho* y la idea de *justicia ambiental*, a partir de tres componentes sustantivos. Nueva idea de *sujeto* de derechos (humanos y no humanos); *temporalidad* (perspectiva diacrónica) y *espacialidad o territorialidad* (derechos en y más allá de los límites estrechos del Estado-nación, responsable en buena parte del deterioro ambiental, es decir, derechos en el ámbito global o cosmopolita).

## Conclusiones

Hemos indicado que la apropiación inadecuada de la naturaleza es el origen y persistencia de conflictos y problemas ambientales y que diversas expresiones del conocimiento y pensamiento humano orientan conductas humanas, bien para la protección y conservación o bien para su deterioro y contaminación, teorías que debemos conocer para precisar si sirven o no para contribuir a resolver los problemas y conflictos analizados, encontrando que pueblos y sociedades tradicionales étnicas y campesinas y algunas urbanas marginadas o desplazadas por el desarrollo inadecuado tienen propuestas alternativas consistentes, las cuales englobamos en el concepto de “ambientalismo popular”, pues con sus propuestas orientan una nueva perspectiva de derechos ambientales, derechos para los tiempos contemporáneos y futuros, y los grandes, graves y globales problemas y conflictos actuales, asociados al deterioro de la salud humana y ecosistémica.

En todo caso, somos de la idea de que a pesar de consagraciones constitucionales y legales y algunas decisiones jurisprudenciales, la protección efectiva de los derechos a la salud y a la protección ecosistémica no se concretan y ello se debe a deficiencias estructurales en las teorías y en las prácticas y conductas humanas que las ejecutan. Por ello, se requieren teorías actuales que propendan por superar tales déficits y, además, privilegiar elementos teóricos y conceptuales vigentes que han sido desplazados o puestos por fuera de las prioridades estatales y sociales, incluyendo principios y derechos constitucionales desde una nueva perspectiva neoconstitucional ambiental.

Por ello, consideramos que el principio de prevención es más exigente que el principio de precaución, ya que desde el punto de vista ambiental, al estar asociado a la preservación (no hacer, no tocar, es decir estándar ambiental más exigente que busca evitar la ocurrencia de daños o impactos ambientales negativos), a diferencia de la precaución está ligada a la conservación una vez se suceden los daños y se deben controlar, mitigar, restaurar y volver las cosas al estado anterior.

De la misma manera, frente al “desarrollo sostenible” somos partidarios del “principio de sostenibilidad”, conformado por el conjunto de límites al proceso productivo que incorpora el subprincipio de irreversibilidad cero, la extracción y vaciado sostenible y la selección sostenible de tecnologías, por oposición a la visión del desarrollo sostenible que, siendo constitucionalizado en Colombia, también en la norma del artículo 80 como deber y obligación del Estado y desarrollado por la Ley 99 de 1993, indica que es el que lleva al “crecimiento económico” sin afectar el ambiente y los derechos de las actuales y futuras generaciones, conceptualización ampliamente contradictoria, en la medida que es inviable e imposible la conservación y el cuidado si lo que se quiere es el “crecimiento económico”, que como vimos más arriba, lo hace a partir de la propuesta moderna del capital bajo el carácter de ilimitación que elimina cualquier estándar ambiental.

Las ideas de *Estado ambiental de derecho* y de *justicia ambiental* pueden orientar los debates necesarios para que la salud de los humanos presentes y futuros, así como de los ecosistemas actuales y futuros sea el escenario material para la concreción de la dignidad humana y ecosistémica; bajo el entendido que, de la misma manera que el derecho civil fue la norma básica en el siglo XIX y el derecho constitucional el del siglo XX, las previsiones del derecho ambiental lo podrían ser del siglo XXI y los siglos venideros.

## Referencias

- Beck, U. (1998). *La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad*. Barcelona: Paidós.
- Beck, U. (1991). La irresponsabilidad organizada. *Debats*, 35/36, 31-37.
- Callicot, J. B. (2004). La ética de la Tierra en nuestros días. En M. Valdés (comp.). *Naturaleza y valor. Una aproximación a la ética ambiental*. México: Fondo de Cultura Económica.
- COM. (2000, 1º de febrero). Comisión Europea. Comunicación sobre el recurso al principio de precaución. Bruselas.
- Commoner, B. (1992). *En paz con el planeta*. Barcelona: Crítica.
- Commoner, B. (1978). *El círculo que se cierra*. Barcelona: Plaza & Janés.
- Consejo de Estado. Sala Contencioso Administrativa. Sección Primera. (2008). *Sentencia de mayo 15 de 2008. Quebrada Chorro Hondo-Medellín*. MP. Marco Antonio Velilla Moreno.

- Consejo de Estado. Sala Contencioso Administrativa. Sección Primera. (2009). *Sentencia de octubre 15 de 2009. Basurero de Navarro en Cali*. MP. Rafael Ostau de Lafont Pianeta.
- Consejo de Estado. Sala Contencioso Administrativa. Sección Primera. (2014). *Sentencia de Acción Popular marzo 28 de 2014. Demanda de protección del Río Bogotá*. MP. Marco Antonio Velilla Moreno.
- Corte Constitucional de Colombia. (1999). *Sentencia T-123 de 1999. Relleno sanitario y salud humana*. MP. Fabio Morón Díaz.
- Corte Constitucional de Colombia. (2001). *Sentencia C-671 de 2001. Enmienda Protocolo de Montreal de septiembre 17 de 1997*. MP. Jaime Araújo Rentería.
- Corte Constitucional de Colombia. (2002). *Sentencia C-293 de 2002. Demanda contra algunas normas de la Ley 99 de 1993*. MP. Alfredo Beltrán Sierra.
- Corte Constitucional de Colombia. (2005). *Sentencia T-1158 de 2005. Contaminación auditiva y ruido obras infraestructura*. MP Alfredo Beltrán Sierra.
- Corte Constitucional de Colombia. (2007). *Sentencia T-760 de 2007. Salud humana e interés animal (lora) y ambiental*. MP. Clara Inés Vargas Hernández.
- Crosby, A. W. (1988). *Imperialismo ecológico. La expansión biológica de Europa, 900-1900*. Barcelona: Crítica.
- Daly, H. E. (1991). Criterios operativos para el desarrollo sostenible. *Debats*, 35-36, 39-41.
- Declaración de Wingspread sobre el principio de precaución. (1998). Racine: Wisconsin.
- De Currea Lugo, V. (2005). *La salud como derecho humano*. Bilbao: Instituto de Derechos Humanos de la Universidad de Deusto.
- Dobson, A. (1997). *Pensamiento político verde. Una nueva ideología para el siglo XXI*. Barcelona: Paidós.
- Dobson, A. (1998). *Justice and the environment. Conceptions of environmental sustainability and dimensions of social justice*. Oxford: Oxford University Press.
- Ehrenfeld, D. (1989). Life in the Next Millennium: Who Will Be Left in the Earth's community? *Orion Nature Quarterly*, 8, 9.
- Environmental Justice Atlas. (2014). *Mapping ecological conflicts and spaces of resistance*. Disponible en <http://ejatlas.org/>
- Emerson, R. W. (1989). *Nature*. Boston: Beacon Press.

- Espinel, M. E. (2011). *Las bases sociales, institucionales y tecnológicas del control de la salud y la enfermedad en las sociedades modernas*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Frenk, J. (1992). La nueva salud pública. En *La crisis de la salud pública: reflexiones para el debate*. Washington: OPS.
- Gibbons, A. (2014). La evolución de la dieta. *National Geographic*, septiembre, 30-63.
- Harvey, D. (2005). *El "nuevo" imperialismo: acumulación por desposesión*. Buenos Aires: CLACSO.
- Hayek, F. (1975). *Los fundamentos de la libertad*. Madrid: Unión.
- Hume, D. (2010 [1751]). *Investigación sobre el entendimiento humano*. Buenos Aires: Losada.
- Leopold, A. (2000 [1948]). *Una ética de la tierra*. Madrid: Libros de la Catarata.
- Leopold, A. (1941). Wilderness as a land laboratory. *The Living Wilderness*, 6, 3.
- Martínez Alier, J. (1998). Curso de economía ecológica. México, D. F.: PNUMA
- Mesa Cuadros, G. (2001). *Ambiente y derechos: tendencias actuales en ética, política y derechos ambientales*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.
- Mesa Cuadros, G. (2007). *Derechos ambientales en perspectiva de integralidad: concepto y fundamentación de nuevas demandas y resistencias actuales hacia el "Estado ambiental de derecho"*. Bogotá: Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales - Universidad Nacional de Colombia.
- Mesa Cuadros, G. (2008). De la ética del consumo a la ética del cuidado: de cómo otro mundo sí es posible desde otra manera de producir y consumir. *Revista Pensamiento Jurídico*, 22, 333-345.
- Mesa Cuadros, G. (2009). Deuda ambiental y climática: amigos o depredadores-contaminadores del ambiente. *Pensamiento Jurídico*, 25, 77-90.
- Mesa Cuadros, G. (2012). Elementos para una teoría de la justicia ambiental. En Mesa Cuadros, Gregorio (Ed.). *Elementos para una teoría de la justicia ambiental y el Estado Ambiental de Derecho*. Bogotá: Unijus - Universidad Nacional de Colombia.
- Nozick, R. (1988 [1974]). *Anarquía, Estado y utopía*. México, D. F.: Fondo de Cultura Económica.
- O’Riordan, T., y Jordan, A. (1995). The precautionary principle in contemporary Environmental Politics. *Environ Values*, 4, 191-212.
- Osborn, A. (1990). Comer y ser comido. Los animales en la tradición indígena U’wa. Trad. Fabricio Cabrera. *Boletín Museo del Oro*, n.º 26. Bogotá: Banco de la República.

- Parra Vera, O. (2003). *El derecho a la salud en la Constitución, la jurisprudencia y los instrumentos internacionales*. Bogotá: Defensoría del Pueblo.
- Pinchot, G. (1974 [1947]). *Breaking New Ground*. Nueva York: Harcourt, Brace & Co.
- Raffensperger, C., y Tickner, J. A. (1999). *Protecting public health and the environment: Implementing the precautionary principle*. Washington: Island Press.
- Rees, W. E. (1996). Indicadores territoriales de sostenibilidad. *Ecología Política*, 12, 27-42.
- Riechmann, J. (2006). *Biomímesis: ensayos sobre imitación de la naturaleza, ecosocialismo y autocontención*. Madrid: Libros de la Catarata.
- Riechmann, J., y Tickner, J. (2002). *El principio de precaución en medio ambiente y salud pública: de las definiciones a la práctica*. Barcelona: Icaria.
- Riechmann, J. (1995). Desarrollo sostenible: la lucha por la interpretación. En AAVV. *De la economía a la ecología*. Madrid: Trotta - Fundación Primero de Mayo.
- Serrés, M. (1991). *El contrato natural*. Valencia: Pre-Textos.
- Shiva, V. (1997). *Biopiracy, the plunder of nature and knowledge*. Boston: South End Press.
- Shiva, V. (2004). *Las guerras del agua*. Barcelona: Icaria, Antrazyt.
- Short, D. (2014). *History of ecocide*. Londres: University of London.
- Sterba, J. P. (2001). *Three challenges to ethics: environmentalism, feminis, and multiculturalism*. Nueva York: Oxford University Press.
- Ulloa, A., y Prieto, A. I. (2013). *Culturas, conocimientos, políticas y ciudadanías en torno al cambio climático*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas, Grupo Cultura y Ambiente.
- Wackernagel, M. (1996). ¿Ciudades sostenibles? *Ecología Política*, 12, 43-50.
- Wackernagel, M. (2001). *Advancing sustainable resource management: using ecological footprint analysis for problem formulation, policy development, and communication*. Prepared for DG Environment, European Commission Project officers: Marc Vanheukelen, Otto Linher [recurso electrónico UC3M].
- Wackernagel, M., y Rees, W. (2001). *Nuestra huella ecológica. Reduciendo el impacto humano sobre la tierra*. Santiago de Chile: Instituto de Ecología Política/LOM.

# 3

## Oportunidades para la promoción de la salud ambiental en la gerencia de la calidad del aire en Colombia

NÉSTOR Y. ROJAS ROA \*

### Introducción

Cualquier proceso planeado que emplea aproximaciones completas para evaluar, corregir, controlar y prevenir aquellos factores ambientales que tienen el potencial de hacer daño a la salud y la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras constituye un proceso de promoción de la salud ambiental (Howze *et al.*, 2004). A su vez, la promoción de la salud es el proceso de empoderamiento de la gente para incrementar el control sobre su salud y mejorarla, e involucra un amplio espectro de intervenciones sociales y ambientales. Aunque estos procesos son claves para el éxito de un sistema de gestión de la calidad del aire, su implementación es incipiente en Colombia, de manera que es necesario identificar oportunidades para su introducción.

Tradicionalmente, la gestión de la calidad del aire en Colombia ha estado enfocada en una aproximación unidireccional entre las autoridades ambientales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Corporaciones Autónomas Regionales o Secretarías de Ambiente) y las fuentes generadoras de los contaminantes, principalmente mediante estrategias de comando y control, en las cuales las autoridades establecen normas de emisión, verifican su cumplimiento o violación y generan procesos de sanción o corrección. Paralelamente, las autoridades ambientales monitorean la calidad del aire y verifican la necesidad de declarar áreas de alta contaminación o de incumplimiento de las normas de calidad del aire, en las

---

\* Ingeniero químico, Ph.D. en Ingeniería Ambiental. Profesor asociado al Departamento de Ingeniería Química y Ambiental de la Universidad Nacional de Colombia. Correo electrónico: nyrojasr@unal.edu.co

cuales deben entonces aplicarse planes de mitigación o descontaminación, consistentes en una serie de medidas diseñadas para reducir las emisiones que generan la contaminación del aire en dichas áreas.

En esta aproximación, la comunidad resulta ser únicamente receptora de la contaminación de aire, afectada por sus efectos sobre su salud y, en el mejor de los casos, un testigo pasivo de las acciones de la autoridad ambiental, pero no es involucrada en el proceso de evaluación ni empoderada en la corrección, control y prevención de la contaminación del aire. Esto sucede incluso en la contaminación del aire en ambientes interiores, en los cuales los ocupantes de dichos espacios (viviendas, en la mayor parte de los casos) son tanto generadores como receptores de la contaminación.

A continuación se presenta brevemente la situación de calidad del aire en diversos entornos y se describen los componentes de un sistema de gestión de calidad del aire, para luego analizar las oportunidades de introducir en él diversos elementos de promoción de la salud ambiental.

## Calidad del aire y salud

La contaminación del aire ambiente es uno de los riesgos ambientales más significativos para la salud en el mundo moderno y afecta tanto a la población de países en vías de desarrollo como a la de países desarrollados. A partir de registros de contaminación del aire por material particulado de tamaño inferior a 10 micras ( $PM_{10}$ ) y 2,5 micras ( $PM_{2.5}$ ) en 1600 ciudades alrededor del mundo, la Organización Mundial de la Salud logró establecer que solo el 12 % de la población urbana mundial vive en ciudades cuya calidad del aire cumple con los lineamientos actualizados en 2005 por esta organización y 50 % de dicha población está expuesta a contaminación en niveles de  $PM_{2.5}$  al menos 2,5 veces mayores que los máximos recomendados. La situación, en general, está empeorando, de acuerdo con los registros que permiten ver una tendencia temporal. No obstante, algunas ciudades ya han demostrado que es posible mejorar ostensiblemente la calidad del aire mediante la aplicación efectiva de medidas de reducción de emisiones y cambios estructurales en su funcionamiento (WHO, 2014a).

La región con mayor contaminación urbana por  $PM_{10}$  en el mundo es la del Mediterráneo Oriental, que incluye a Afganistán, Arabia Saudita, Bahrein, Egipto, Emiratos Árabes Unidos, Irán, Jordania, Líbano, Omán, Pakistán y Qatar, con un promedio anual de 208  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , cuando la reco-

mendación de la OMS es de menos de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Desde el punto de vista de mayor impacto en salud, atribuible al material particulado fino,  $\text{PM}_{2.5}$ , varias ciudades de India y Pakistán, incluyendo a Delhi y Karachi registran los más altos valores del promedio anual, con cerca de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , cuando la concentración máxima recomendada por OMS para dicho promedio es de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Los dramáticos episodios de contaminación por  $\text{PM}_{2.5}$  que ha sufrido Pekín en los últimos años, promedios de hasta  $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas, cuando el lineamiento de la OMS es  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , han sido objeto de numerosas notas de prensa y alarmas basadas en estudios científicos, y han causado una intensa presión social interna e internacional, ante lo cual el Gobierno chino ha empezado a responder con fuertes medidas de control de emisiones. También son frecuentes los episodios de muy alta contaminación por material particulado en varias ciudades de Chile, tales como Temuco, Chillán y Santiago de Chile, durante la época invernal, con valores promedio de  $\text{PM}_{2.5}$  en 24 horas frecuentemente por encima de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , debido al uso de leña para calefacción y condiciones meteorológicas desfavorables para la dispersión de contaminantes. Incluso las ciudades europeas, cuyos promedios anuales de  $\text{PM}_{2.5}$  son sustancialmente menores que los registrados en ciudades de países en vías de desarrollo, aún sufren episodios de alta contaminación por partículas cuando las condiciones meteorológicas son adversas, como ocurrió a mediados de marzo de 2014, obligando a las autoridades a aplicar medidas de emergencia. En el caso de París, donde la concentración de  $\text{PM}_{2.5}$  alcanzó concentraciones pico de  $185 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , tales medidas incluyeron la restricción al uso de los vehículos particulares y la promoción del uso transporte público mediante acceso gratuito durante los días del episodio.

Las ciudades colombianas, en general, no sufren episodios de muy alta contaminación, gracias a que no existen grandes diferencias estacionales que generen un estancamiento prolongado de la atmósfera. Sus niveles de contaminación por  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2.5}$ , sin embargo, sí pueden considerarse como elevados y en buena parte no cumplen con los lineamientos de la OMS. Entre ellas, las que tienen mayor contaminación del aire son Bogotá y Medellín, con concentraciones promedio anuales de  $\text{PM}_{10}$  de 48 y 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente, similares a los promedios de ciudades con similar nivel de ingreso en el continente. Algunas zonas específicas de dichas ciudades, sin embargo, registran concentraciones promedio anuales de  $\text{PM}_{10}$  de cerca de  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En zonas industriales como el Valle de Sogamoso y

Yumbo, así como la zona minera del Cesar, las redes de monitoreo de calidad del aire han registrado excedencias frecuentes de las normas nacionales de calidad del aire, aun siendo menos exigentes que los lineamientos de la OMS, con valores límite de  $PM_{10}$  de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para el promedio anual y  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para el promedio de 24 horas y valores límite de  $PM_{2.5}$  de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para el promedio anual y  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para el promedio de 24 horas. Tanto en ambientes urbanos como en las zonas industriales o mineras con alta contaminación, se registran concentraciones promedio de 24 horas que superan con frecuencia los lineamientos de la OMS e incluso las normas nacionales (Contraloría General de la República, 2012).

La contaminación del aire no es un problema exclusivo de los ambientes urbanos e industriales, pero en las zonas rurales poco desarrolladas suele presentarse de manera diferente. No se asocia ya con el tráfico automotor y las emisiones industriales, sino que se produce principalmente en espacios interiores, debido a la utilización de combustibles sólidos y líquidos para la cocción de alimentos, a las características de construcción y ventilación de las viviendas y a la tenencia de animales de granja en espacios compartidos con la vivienda. Las concentraciones de contaminantes en estos espacios interiores puede llegar a ser mucho mayor que la contaminación del aire urbano y afectar a poblaciones compuestas por mujeres niños y ancianos, que pasan la mayor parte de su tiempo y llevan a cabo la mayor parte de sus actividades en dichos espacios.

Se estima que la contaminación del aire ambiente causó 3,7 millones de muertes prematuras en el mundo en 2012, 88% de las cuales ocurrieron en países de bajos y medianos ingresos, principalmente en el Sureste asiático y en la región del Pacífico occidental, incluyendo a China (WHO, 2014b). En América Latina, afecta a más de 100 millones de personas que viven en sitios con concentraciones de contaminantes por encima de los límites recomendados por la OMS (Green y Sánchez, 2013) y produce la pérdida de cerca de 65 millones de jornadas de trabajo, 2,3 millones de casos de insuficiencia respiratoria en niños y más de 100.000 casos de bronquitis crónica en adultos cada año (CEPAL, 2005). En Colombia, Larsen estimó que el material particulado del aire ocasiona 6000 muertes prematuras y 7400 casos de bronquitis cada año, y que los costos asociados a los efectos de la contaminación del aire ambiente y del aire en espacios interiores ascienden a 1,5 y 0,5 billones de pesos por año (Larsen, 2004). En Bogotá, por otra parte, Ortiz-Durán y Rojas (2013) estimaron que si se redujeran los niveles de material particulado  $PM_{10}$  según proyecciones del

plan decenal de descontaminación del aire de la ciudad entre 2010 y 2020, para llegar a cumplir la norma nacional de calidad del aire ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en toda la ciudad), podrían evitarse cerca de 21.000 muertes en mayores de 30 años y 900 muertes en menores de un año por exposición a largo plazo; 12.000 hospitalizaciones por causas respiratorias, 3800 atenciones en salas de urgencias, 34.000 visitas a salas ERA y 2500 visitas a las unidades de cuidados intensivos en menores de 5 años; 44.000 hospitalizaciones por causas respiratorias en mayores de 5 años, 350 hospitalizaciones por causas cardiovasculares en mayores de 65 años y 155.000 atenciones en las salas de urgencias en todo el periodo. Estas reducciones se valoran en beneficios económicos por aproximadamente 180.000 millones de pesos por ahorros de costos de enfermedad y más 21 billones de pesos por mortalidad temprana evitada (Ortiz-Duran y Rojas, 2013).

## Gestión de la calidad del aire

De los principios de sostenibilidad y del derecho constitucional a gozar de un ambiente sano (CPRP, 1991) se deriva de manera natural la meta del sistema de gestión de calidad del aire, que es mantener una calidad del aire que proteja la salud y el bienestar de la población, lo cual incluye a su vez la protección de plantas, animales, ecosistemas, materiales y estética visual. La consecución de esta meta requiere el establecimiento de una serie de políticas, estrategias y tácticas adaptadas a cada región (WHO, 2000).

Las políticas tienen el propósito de alcanzar y mantener concentraciones de los contaminantes más importantes<sup>1</sup> en el aire en niveles considerados como seguros para la salud y el bienestar de la población, así como de controlar las emisiones de otros contaminantes peligrosos, y están representadas en leyes, normas, evaluaciones de impacto, planes de prevención y control de la calidad del aire y evaluaciones costo-beneficio a alto nivel. Estas políticas incluyen también el control de la contaminación del aire en ambientes interiores.

Las estrategias son las aproximaciones elegidas para aplicar las políticas de calidad del aire. Tradicionalmente, están agrupadas en estrategias de comando y control y estrategias basadas en mecanismos de mercado. Las estrategias de comando y control incluyen normas de calidad del aire, normas de emisión, licencias ambientales, permisos de emisión, obligatoriedad o promoción de tecnologías de control de emisiones –incluyendo

---

1 También conocidos como contaminantes criterio.

las mejores tecnologías disponibles—, operativos de medición de emisiones, obligatoriedad o promoción de la sustitución tecnológica y procesos de judicialización, entre otras. Por otro lado, las estrategias basadas en mecanismos de mercado incluyen impuestos, tasas de uso, tasas retributivas, cupos de emisión transables e incentivos, entre otras.

Finalmente, las tácticas del sistema de gestión de la calidad del aire incluyen un trabajo de diagnóstico y opciones de control. En el trabajo de diagnóstico, se llevan a cabo actividades de monitoreo de calidad del aire, estimación de inventarios de emisiones de contaminantes y modelización de calidad del aire, con el fin de generar las mejores opciones de control, materializadas en medidas de reducción de emisiones, análisis costo-beneficio y planes para alcanzar metas de reducción de la contaminación, que a su vez pueden estar estrechamente relacionados con planes de transporte, uso del suelo, manejo de emergencias, etc.

La aplicabilidad y eficacia de un sistema de gestión de la calidad del aire depende fuertemente de la consistencia entre políticas en diversas áreas, como la energética, la de transporte, la de desarrollo económico, la de vivienda y la de salud, entre otras. El éxito del sistema se alcanzará más rápida y eficazmente en tanto las diversas políticas sean armonizadas y coordinadas entre las diferentes entidades que las formulan y ejecutan. El sistema requiere de un alto grado de participación ciudadana en todos sus niveles, como fuerza motriz indispensable.

## Características del sistema de gestión de calidad del aire en Colombia

### Políticas

Los elementos del sistema de gestión de calidad del aire en Colombia están establecidos en la política de prevención y control de la contaminación del aire (Ministerio de Ambiente, 2010a), definida con base en un diagnóstico de la contaminación del aire en el país y de los avances en monitoreo de la calidad del aire, en control y seguimiento por parte de las autoridades, en la estandarización de la gestión, en la calidad de los combustibles y en los incentivos tributarios y ambientales. El documento de política presenta un plan de acción a ser aplicado a corto (2014), mediano (2016) y largo plazo (2019), encaminado a fortalecer los diversos componentes del sistema.

Las resoluciones 601 de 2006 y 610 de 2010 establecen las normas de calidad del aire vigentes y una reducción gradual del valor límite de

material particulado  $PM_{10}$  hasta 2011. Sin embargo, dichas resoluciones no establecieron una reducción posterior de los límites para acercarlos a los valores recomendados por la OMS, decisión que aún está por ser discutida en el país.

Por su parte, las normas de emisión fueron fijadas por las resoluciones 909 y 910 de 2008 y sus resoluciones modificatorias. La resolución 909, para emisiones de fuentes fijas, marcan una diferencia clara entre los límites de emisión para las fuentes existentes y las fuentes nuevas, exigiendo mucho más a estas últimas, bajo el supuesto de que tienen acceso a tecnologías disponibles que producen bajas emisiones. Los límites de emisión son específicos para un número importante de procesos industriales y genéricos para los demás procesos que no fueron listados individualmente. La resolución no prevé reducciones futuras en la emisión, de manera que no promueve la reducción gradual de las emisiones, sino el estancamiento en niveles de emisiones cercanos a un límite de emisión estático. Es necesaria una revisión y actualización de la resolución, con el fin de incluir reducciones graduales de las emisiones que produzcan el consecuente mejoramiento de la calidad del aire.

De manera similar, la resolución 910 fija los límites máximos permisibles en la emisión hasta los vehículos modelo 2010. Dichos límites están claramente basados en tecnologías que no son las mejores disponibles en la actualidad y hacia el futuro, de manera que son ya obsoletas para los vehículos nuevos. Dado que la renovación del parque automotor sucede cada vez más rápido, los límites de emisión deberían ser revisados y actualizados de manera mucho más dinámica, estableciendo una reducción gradual de los límites de emisión, que promueva la salida de los vehículos de mayor antigüedad que son los de mayor producción de contaminación. A pesar de que la definición de la política identifica la problemática asociada a la contaminación del aire en ambientes interiores, no se han establecido las metas ni las normas correspondientes por parte de las autoridades ambientales y de salud.

## Estrategias

La estrategia central del sistema de gestión de calidad del aire en Colombia es la de comando y control, en la cual las autoridades ambientales regionales y urbanas (Corporaciones Autónomas Regionales y Secretarías de Ambiente, respectivamente) tienen la responsabilidad de verificar el cumplimiento de las normas de emisión a las diversas fuentes que operan en

el territorio bajo su jurisdicción. Dichas autoridades tienen la potestad de aprobar o remover permisos de emisión, auditar y analizar los resultados de muestreos a las fuentes, llevar a cabo operativos de control a Centros de Diagnóstico Automotor o directamente en vía para detectar vehículos con altas emisiones y aplicar sanciones a las fuentes emisoras que no cumplan las normas. Algunos instrumentos fueron desarrollados recientemente para mejorar el seguimiento a las fuentes estacionarias, como el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica generada por Fuentes Fijas, adoptado mediante la resolución 760 de 2010 (Ministerio de Ambiente, 2010b).

En este aspecto, existe una enorme heterogeneidad en la capacidad y efectividad de las autoridades ambientales. Mientras algunas tienen relativamente alta capacidad de control y suficiente personal competente y experimentado, otras tienen una capacidad extremadamente baja, bien sea por el reducido número de personas disponibles o por la insuficiente formación y experiencia para llevar a cabo estas funciones. Existen también problemas estructurales en las instituciones, aun en las más fuertes, reflejados principalmente en una altísima dependencia de contratistas en condiciones de inestabilidad laboral y falta de continuidad, al contar con un bajo número de funcionarios de planta. Adicionalmente, no se ha logrado controlar el fenómeno de informalidad e ilegalidad de un gran número de fuentes que evade los controles de las autoridades.

Las estrategias económicas han estado representadas en incentivos tributarios, consistentes en exención del impuesto al valor agregado (IVA) y del impuesto de renta por inversiones en sistemas de control de emisiones y monitoreo de calidad del aire. Las inversiones promovidas por este mecanismo entre 2005 y 2009 estuvieron alrededor de 20.000 millones de pesos anuales, aunque en 2008 hubo una inversión sobresaliente de 140.000 millones de pesos en estas tecnologías. No obstante, muchas pequeñas fuentes no parecen ser atraídas por este tipo de incentivos para hacer inversiones que les permitan reducir sus emisiones. Con respecto a la calidad del aire en ambientes interiores, las estrategias de comando y control e incentivos económicos no son los más efectivos y aplicables. Por tanto, una estrategia de promoción, prevención y participación resulta ser la apropiada. En Colombia, la Estrategia de Entornos Saludables del Ministerio de Salud y Protección Social, enfocada al mejoramiento de las escuelas y las viviendas, debe incluir actividades para reducir las fuentes de contaminación del aire al interior de estos entornos.

## Tácticas

### Trabajo de diagnóstico

#### *Monitoreo de calidad del aire*

Las normas de calidad del aire actualizadas en 2006 y 2010 fueron acompañadas por el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, adoptado por la resolución 650 de 2010 con el fin de mejorar las prácticas de monitoreo por las diversas autoridades regionales y locales (Ministerio de Ambiente, 2010c, 2010d). De acuerdo con el IDEAM, la falta de personal capacitado, la falta de mantenimiento y calibración de los equipos y las deficiencias en el aseguramiento de calidad de la información reportada constituyen las principales fallas de las redes de monitoreo. La red que produce la información de mejor calidad es la del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, que ha logrado consolidar una alianza con universidades para llevar a cabo el monitoreo de la calidad del aire. Las demás, incluyendo la red de Bogotá, tienen porcentajes de datos válidos muy bajos en comparación con estándares internacionales. El cubrimiento poblacional de las redes de monitoreo en el país es inferior al 50%, lo cual quiere decir que muchas ciudades del país, incluso ciudades importantes, no cuentan con monitoreo de calidad del aire, considerando que la población urbana en Colombia supera el 75 %.

Por otro lado, la información obtenida por las redes de monitoreo no está cumpliendo, en general, una función de información continua y sostenida, ni siquiera en aquellas redes que cuentan con equipos automáticos y continuos, a pesar de los esfuerzos de fortalecimiento de las redes de monitoreo y de la creación del Sistema de Información de Calidad del Aire (SISAIRE). Las redes modernas de monitoreo de calidad del aire en diversos países, incluso aquellos con un nivel de industrialización similar a Colombia, permiten obtener la información de calidad del aire al instante o con un retraso máximo de una hora en diversos barrios de las ciudades e incluso en zonas rurales, mediante aplicaciones de teléfonos celulares, tabletas y páginas web, así como en otros medios de difusión masiva de información como prensa, radio y televisión, la información de calidad del aire en Colombia está disponible al público en pocos lugares, con retrasos de días, semanas e incluso meses y, en la mayor parte de los casos, solo mediante solicitud explícita a la autoridad ambiental correspondiente. Esto constituye una clara paradoja del sistema de gestión de calidad del aire en Colombia, pues a la ciudadanía no se le ha hecho partícipe ni siquiera de la información producida en el monitoreo de calidad del aire,

a pesar de que esa misma ciudadanía es la beneficiaria del sistema en la definición de su meta.

### *Inventarios de emisiones*

Un inventario de emisiones es una base de datos que lista fuente por fuente la cantidad de contaminantes liberados a la atmósfera de una comunidad para un periodo determinado (Environmental Protection Agency, 2011), permitiendo identificar la contribución de las diversas fuentes a la contaminación, establecer tendencias de las emisiones, priorizar acciones de control sobre las fuentes y generar los datos de entrada para los modelos computarizados de calidad del aire. La estimación de las emisiones puede lograrse mediante la aplicación de diversos métodos, dependiendo de la disponibilidad de información y los recursos de personal, tiempo y dinero. Existen diversas guías para su elaboración, en especial en Estados Unidos y Europa. En América Latina, se destaca la guía de elaboración de inventarios de emisiones de México (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2005).

El inventario de emisiones es un componente clave de todo programa de gestión de la calidad del aire. Antes de desarrollar estrategias para mejorar la calidad del aire, debe recopilarse información sobre las emisiones para determinar los tipos de fuentes de emisiones, cantidades de contaminantes emitidos, características temporales y espaciales de las fuentes, procesos y prácticas de control de emisiones que usan las fuentes en la región. El inventario de emisiones se usa para identificar fuentes que están sujetas a posibles medidas de control, para medir la efectividad de los programas de control y predecir futuros niveles de calidad del aire a través de modelación. Los datos de emisiones también se utilizan para evaluar la relación costo-efectividad de posibles estrategias de control de la contaminación.

Un inventario de emisiones debe ser transparente ante la comunidad, tanto en sus resultados como en la metodología de estimación. Debe ser consistente y utilizar metodologías para verificar la plausibilidad de sus resultados. Así mismo, debe permitir una actualización permanente o periódica, que permita establecer las tendencias temporales de sus emisiones. Un inventario debe incluir tantos tipos de fuente como sea posible y, por lo menos, todos los contaminantes primarios que aparecen en las normas de calidad del aire. Colombia no cuenta aún con un inventario nacional de emisiones de contaminantes criterio, pues no ha existido una

iniciativa clara para su estimación o coordinación por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial ni por el IDEAM. A pesar de que al momento de publicar la Política de prevención y control de calidad del aire, en 2010, se anunció que se estaba llevando a cabo la elaboración del Protocolo Nacional de Inventario de Emisiones Atmosféricas, dicho protocolo no ha sido publicado a la fecha.

La política también se propuso como actividad a corto (2014), mediano (2016) y largo plazo (2019), la elaboración y adopción del inventario nacional de emisiones atmosféricas, su consolidación y actualización cada dos años. Sin embargo, la responsabilidad de estimar inventarios de emisiones ha sido delegada en las entidades territoriales, como corporaciones autónomas regionales, secretarías de ambiente y similares, las cuales no han sido exitosas en obtener inventarios que cumplan con los criterios de calidad requeridos. En consecuencia, los inventarios de emisiones que han obtenido no son utilizados efectivamente como herramientas del sistema de gestión de calidad del aire. La principal falla es la ausencia de una base de datos consolidada, que debería ser el principal producto de la estimación del inventario y que podría actualizarse de manera casi continua a partir de la información del Registro Único Ambiental (RUA). En segundo lugar, los inventarios se han centrado casi exclusivamente en las emisiones de procesos de combustión, ignorando las emisiones por los demás procesos de generación de contaminantes, tanto por fuentes estacionarias, como móviles. Además, los inventarios están comúnmente incompletos en su cobertura espacial y no parece haber suficientes verificaciones de la consistencia y calidad de sus resultados. Uno de los principales obstáculos para la estimación de los inventarios es la disponibilidad y acceso a la información, y en muchas ocasiones dicha información es inexistente. Esta situación se complica cuando el nivel de detalle empieza a hacerse más fino, pasando, por ejemplo, de niveles nacionales a regionales y locales. Finalmente, no existe divulgación de los resultados de los inventarios de emisiones, de tal manera que la comunidad no tiene forma de saber en qué cantidades se están emitiendo contaminantes a la atmósfera en su territorio.

De manera similar a lo que ocurre con el monitoreo de calidad del aire, los inventarios más consistentes, de mejor calidad y de mayor utilidad han sido generados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Bogotá ha producido inventarios de emisiones que han resultado útiles para formular su plan decenal de descontaminación de calidad del aire, aunque

aún tiene deficiencias en la completitud, consistencia y comparabilidad temporal de sus resultados. Ningún inventario en el país, sin embargo, cuenta con herramientas de información a la comunidad que le permitan conocer las emisiones generadas en su territorio.

#### *Modelización de la calidad del aire*

Los modelos de calidad del aire son utilizados por las autoridades ambientales para conocer la contribución de diversas fuentes a la contaminación del aire y diseñar estrategias efectivas para la reducir las concentraciones de contaminantes (Environmental Protection Agency, 2010). Los modelos más comúnmente utilizados incluyen modelos de dispersión, modelos fotoquímicos y modelos de receptores.

La modelización de calidad del aire en Colombia se ha utilizado principalmente como parte de las solicitudes de licencias ambientales, para evaluar los posibles efectos de la instalación de nuevas actividades productivas sobre la calidad del aire en su área de influencia, así como para determinar la altura de chimenea que evite fenómenos de descenso rápido del penacho de contaminantes por efecto de los edificios cercanos al punto de emisión. Con este fin, se han utilizado comúnmente modelos de dispersión. La modelación de receptores se ha utilizado en Bogotá, en el Valle de Aburrá y en algunas otras regiones más, para identificar la contribución de diversas fuentes a la contaminación en áreas de interés (Vargas *et al.*, 2012).

Los modelos fotoquímicos son los que han tenido menor grado de aplicación, a pesar de que son una de las herramientas más útiles para la toma de decisiones de los sistemas de gestión de calidad del aire en lugares con múltiples fuentes de contaminación, como las áreas urbanas y complejos industriales. Esto se debe a su complejidad, a los requerimientos de personal altamente capacitado y entrenado, a la falta de inventarios de emisiones completos y a la limitada capacidad de recursos computacionales, entre otras razones. El caso más exitoso ha estado, de nuevo, en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, gracias a la interacción de esta entidad con las universidades de su región (Toro *et al.*, 2006). La modelación fotoquímica en Bogotá se encuentra en estado de desarrollo, aunque un ejercicio interesante fue desarrollado a principios de la década del 2000 (Zárate *et al.*, 2007), que lamentablemente no tuvo la continuidad suficiente para ser utilizado como herramienta de soporte para la toma de decisiones.

Se espera que la elaboración y adopción de la guía de modelación de calidad del aire, establecida por la política de prevención y control de la calidad del aire, pueda ser culminada y que su aplicación a las zonas urbanas e industriales más importantes del país se lleve a cabo a mediano y largo plazo. Uno de los retos fundamentales que afronta este compromiso es contar con información meteorológica con suficiente calidad y resolución, que incluya además variables que no se miden en la actualidad en el país, con el fin de validar apropiadamente los parámetros utilizados en los modelos.

### Opciones de control

#### *Planes energéticos*

Las decisiones sobre la composición de las fuentes de energía de un país afectan directamente la emisión de contaminantes del aire y, por tanto, constituyen una de las más importantes opciones de mitigación y control de la contaminación. La política de calidad del aire debe articularse entonces con los planes de aumento de mejoramiento de los combustibles tradicionales, aumento de la eficiencia energética, aprovechamiento de fuentes limpias y renovables de energía, para fijar metas realistas de reducción de emisiones y de calidad del aire. Colombia tiene la ventaja de producir la mayor parte de su energía eléctrica mediante el aprovechamiento de sus recursos hídricos, evitando así la emisión de contaminantes del aire y gases de efecto invernadero asociada a la combustión de combustibles fósiles. Sin embargo, una fracción no despreciable de la producción de energía para procesos industriales es producida aún con carbón y gasóleo usando tecnologías precarias, sin control de emisiones, y generando una cantidad importante de contaminantes del aire, como ocurre en el caso de Bogotá. La política de masificación de uso del gas tuvo un gran éxito para reducir la contaminación en el sector doméstico y la gran industria, pero ha tenido dificultades para constituirse en la opción energética de preferencia en el sector de la pequeña y mediana industria.

Por otro lado, en el caso de los combustibles para el transporte, Ecopetrol mejoró sustancialmente la calidad del diésel y la gasolina, particularmente en su contenido de azufre, gracias a la construcción y puesta en marcha de una planta de desulfurización. En el diésel o ACPM, Ecopetrol redujo su contenido de azufre de 4500 ppm a 50 ppm para todo el país entre 2005 y 2013. Esta mejora es responsable por reducir —o por lo menos no aumentar a pesar del incremento en el parque automotor— las concen-

traciones de material particulado atribuibles a las emisiones provenientes de motores diésel, aunque lamentablemente, esta reducción no ha sido cuantificada. El mayor potencial de reducción de la contaminación asociado a la reducción del contenido de azufre del diésel está representado en la posibilidad de adoptar filtros de partículas para motores diésel, tecnologías avanzadas de control de emisiones de material particulado que no podrían utilizarse sin una reducción en el contenido de azufre del combustible. Este potencial aún no ha sido aprovechado en el país, aunque Bogotá ha empezado pruebas piloto para adoptar este tipo de tecnologías en los buses de su sistema integrado de transporte.

#### *Planes de transporte*

En los centros urbanos, el transporte ocasiona la mayor exposición de la población a contaminantes del aire y, por tanto, el mayor impacto sobre la salud pública. La política de calidad del aire debe inducir a la toma de decisiones sobre los planes de transporte de una ciudad de tal manera que se reduzca de manera significativa la emisión de contaminantes del aire. La promoción de un transporte público de alta calidad, alta eficiencia y con tecnologías limpias, así como de los modos de transporte no motorizados, constituye la mejor manera de reducir la contaminación del aire, lo cual genera enormes beneficios para la salud pública. Las inversiones en el mejoramiento del transporte normalmente son sobrepasadas por los beneficios económicos asociados a las reducciones en la morbilidad y la mortalidad asociadas a la contaminación del aire.

#### *Uso del suelo*

Una de las principales fuentes de conflictos ambientales, incluyendo la contaminación del aire, es la mezcla de usos de suelo. La presencia de industrias con altas emisiones en la cercanía –o incluso como parte– de áreas residenciales, genera alta exposición de la población, especialmente cuando en lugares donde las condiciones meteorológicas impiden la apropiada dispersión de los contaminantes o su transporte lejos de las áreas pobladas. La adecuada planeación del uso del suelo y sus cambios hacia el futuro para evitar este tipo de conflictos es fundamental y debe ser armonizada con la política de calidad del aire.

### *Diagnóstico de calidad del aire en ambientes interiores*

El diagnóstico de la calidad del aire en ambientes interiores ha sido muy limitado en su cobertura y profundidad en Colombia. En ambientes urbanos, Franco *et al.* (2009, 2013) mostraron que niños entre 5 y 14 años en instituciones educativas distritales ubicadas al lado de vías de alto tráfico están expuestos a niveles de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  considerados como dañinos para la salud, debido al impacto del tráfico. Dada la dificultad en relocalizar estas instituciones educativas, su infraestructura debería ser intervenida para mitigar esta afectación y lograr un entorno educativo más saludable. Resultados similares fueron obtenidos por Hernández *et al.* (2013), quienes demostraron un aumento de 1,7 veces en el riesgo de ausentismo escolar en niños menores a 5 años en tres localidades de Bogotá por contaminación del aire intramural con  $PM_{10}$ . Por otro lado, Quiroz *et al.* (2013) mostraron que las enfermedades respiratorias en niños de cinco municipios de la zona minera del Cesar están asociados a múltiples factores, que incluyen la contaminación del aire ambiente de la zona, pero también fuentes intramurales como el consumo de cigarrillo, el uso de leña para cocinar, las paredes de adobe de bareque, la tenencia de animales y la presencia de humedad al interior de las viviendas. A pesar de que estos y otros estudios han permitido identificar problemas de calidad del aire en ambientes interiores, ha faltado una iniciativa gubernamental extensa para consolidar este diagnóstico y diseñar mejores estrategias y tácticas para mejorar la calidad de los entornos de vivienda y aprendizaje, entre otros.

### Oportunidades de promoción de salud ambiental en el sistema de gestión de calidad del aire en Colombia

Un sistema de gestión de la calidad del aire no puede estar completo si no involucra como responsables y beneficiarios a ciudadanos, comunidades, industrias, negocios y organizaciones e instituciones gubernamentales y no gubernamentales. La participación de la sociedad civil es vital para una gestión ambiental efectiva, de manera que el Gobierno debe reconocer su importancia y fomentarla decididamente, otorgándole acceso a la información, educándola e involucrándola en la toma de decisiones desde etapas tempranas del proceso de desarrollo de las políticas. El proceso de participación, a su vez, es un componente fundamental en el proceso de promoción de la salud ambiental, al permitirles a las comunidades conocer cómo las puede afectar la contaminación del aire, qué acciones pueden tomar

para minimizar sus impactos y cómo pueden liderar procesos para generar cambios en las políticas relacionadas con calidad del aire que beneficien a toda la sociedad.

En el momento actual, la participación ciudadana en el proceso de adopción de los valores recomendados por la OMS como estándares de calidad del aire y en el establecimiento de metas graduales de la reducción de los niveles máximos permisibles hacia dichos valores recomendados, constituye la primera gran oportunidad de promoción de salud ambiental desde el sistema de gestión de calidad del aire en Colombia. Una comunidad que participe en este proceso estará comprometida desde un principio con asumir los cambios requeridos para reducir emisiones y convertirse en aliada de las autoridades ambientales en el control a las fuentes y la verificación del cumplimiento de metas de mejoramiento de la calidad del aire.

Al involucrar a la sociedad civil en la adopción de nuevas normas de calidad del aire, los ciudadanos se mostrarán de inmediato mucho más interesados que en la actualidad en consultar e interpretar la información obtenida por las redes de monitoreo de calidad del aire y por los sistemas de vigilancia en salud. Podrán participar también en su mejoramiento y robustecimiento. Esto permitirá generar una conversación continua entre las redes de monitoreo y la comunidad, que en la actualidad es incipiente o nula. Las autoridades deberán entonces proporcionar mejores herramientas para informar los resultados del monitoreo de la calidad del aire y dar guías para su interpretación por parte de la comunidad en su territorio. Así mismo, deberán ampliar la cobertura de las redes y las campañas de monitoreo de contaminantes del aire, para poder informar a una mayor fracción de la población sobre la calidad del aire que están respirando. Aunque algunas redes en el país cuentan con herramientas virtuales que informan al público sobre la calidad del aire, la comunidad aún no las ha interiorizado como información que quiera consultar y utilizar día a día, parcialmente debido a la falta de promoción por parte de las autoridades que las manejan, la falta de robustez en su funcionamiento o la falta de un diseño más amigable con los usuarios. Las autoridades deben mejorar estas herramientas, tanto a nivel local y regional como a nivel nacional con el Sistema de Información de Calidad del Aire, SISAIRES.

Por otro lado, los resultados del monitoreo de calidad del aire no parecen tener suficiente confiabilidad en la comunidad y son, por tanto, puestos en duda con frecuencia. Las autoridades ambientales podrían incrementar la confianza en sus registros e informes de monitoreo mediante

una política de puertas abiertas, organizando de manera periódica visitas y recorridos guiados a algunas de sus estaciones de monitoreo, mediante los cuales transmita a la comunidad su conocimiento, enseñe cómo funcionan sus equipos y sus procedimientos de control y aseguramiento de la calidad.

Al conocer la calidad del aire en su territorio e interiorizarla en su vida diaria, como suele hacerse con las predicciones del tiempo meteorológico, las comunidades también estarán interesadas en conocer cuáles son las fuentes de contaminantes que la afectan. Hasta ahora, la información sobre inventarios de emisiones de contaminantes criterio no es informada en detalle a la comunidad de una localidad o Unidad de Planeación Zonal Específica (UPZ), sino que hace parte de informes que muestran información agregada para toda la ciudad. En consecuencia, la comunidad no puede enterarse de la magnitud de las emisiones en su entorno inmediato. Para hacer este tipo de acercamiento, parte de la información sobre las emisiones de diversas fuentes tendrá que ser informada a la comunidad por parte de las autoridades ambientales, mediante mapas y bases de datos que muestren la ubicación de las diversas fuentes de contaminantes del aire en su territorio, qué contaminantes emiten y cuál es su contribución a la contaminación del aire, con tan alta resolución como sea legalmente posible. La divulgación de esta información debería hacerse mediante herramientas interactivas de información geográfica, como lo hacen autoridades ambientales en Estados Unidos<sup>2</sup>, Canadá<sup>3</sup> y Australia<sup>4</sup>, entre otros. Como retroalimentación, la comunidad podrá participar brindando información que permita completar y actualizar de manera casi continua los inventarios de emisiones, informando sobre la aparición de nuevas fuentes y la ocurrencia de episodios de altas emisiones visibles, o alertando sobre errores en las bases de datos que constituyen el inventario de emisiones. Las herramientas que permitan hacer esta retroalimentación y las estrategias para responder a la comunidad deberán ser provistas por las autoridades ambientales.

---

2 Air Emission Sources (EPA). <http://www.epa.gov/air/emissions/where.htm>

3 Canada's National Pollutant Release Inventory (NPRI) Map Layer in Google Earth™ Format. <https://www.ec.gc.ca/inrp-npri/default.asp?lang=en&n=1D892B9F-1>

4 Australia's National Pollutant Inventory. <http://googleearthresources.blogspot.com/2008/10/australias-national-pollutant-inventory.html>

El mejoramiento de los inventarios de emisiones permitirá a la autoridad ambiental fortalecer sus mecanismos de control, generando aun mayores espacios para la participación ciudadana. Al participar en el proceso de entender la magnitud del impacto que diversas fuentes generan sobre la calidad del aire y sobre la salud de sus ciudadanos, las comunidades podrán también exigir de manera legítima y vehemente a las fuentes responsables la reducción de sus emisiones. La autoridad puede promover esta participación mediante talleres de identificación de fuentes de contaminación y cartografía social participativa<sup>5</sup>, la cual es una de las herramientas clave en el empoderamiento de las comunidades.

Mejorar los inventarios también permitirá mejorar los modelos de calidad del aire, que podrán ser utilizados como herramienta de predicción de las concentraciones de contaminantes, de manera similar a los modelos utilizados para la predicción del tiempo meteorológico. Así, la comunidad podrá tomar medidas que prevengan su exposición en el caso de que el modelo prediga altas concentraciones de alguno o algunos de los contaminantes, con base en las recomendaciones de las autoridades de salud. Finalmente, hace falta incrementar las actividades de promoción de salud ambiental específicas para mejorar la calidad del aire en ambientes interiores, como parte de las estrategias de entornos saludables. Estas actividades requieren la decidida participación de la comunidad en el diagnóstico de la calidad del aire en ambientes interiores, en la identificación de las fuentes de contaminación al interior de las viviendas y escuelas, y en el diseño de soluciones para reducir las concentraciones de contaminantes en estos entornos.

## Referencias

- CEPAL. (2005). *Objetivos de Desarrollo del Milenio: una mirada desde América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Disponible en <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/1/21541/lcg2331e.pdf>
- Constitución Política de la República de Colombia. (1991). Presidencia de la República, Bogotá, Colombia. Disponible en <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Documents/Constitucion-Politica-Colombia.pdf>

---

5 Un ejemplo de herramientas de cartografía social es la plataforma Openstreetmap, <http://www.openstreetmap.org/>

- Contraloría General de la República. (2012). *Estado de los recursos naturales y del ambiente 2012-2013*. Disponible en [http://www.contraloria-gen.gov.co/documents/10136/76600464/INFORME\\_MEDIO\\_AMBIENTE\\_2012\\_2013\\_def\\_web.pdf/8c07cbcf-1186-4543-a08d-46e5e512a27c](http://www.contraloria-gen.gov.co/documents/10136/76600464/INFORME_MEDIO_AMBIENTE_2012_2013_def_web.pdf/8c07cbcf-1186-4543-a08d-46e5e512a27c)
- Environmental Protection Agency (EPA). (2010). *Air quality models*. Disponible en <http://www.epa.gov/ttn/scram/aqmindex.htm>
- Environmental Protection Agency (EPA). (2011). *Air quality management (AQM). Emissions Inventory*. Disponible en [http://www.epa.gov/air/aqmportal/management/emissions\\_inventory/](http://www.epa.gov/air/aqmportal/management/emissions_inventory/)
- Franco, J. F., Rojas, N. Y., Sarmiento, O. L., Hernández, L. J., Zapata, E., Maldonado, A., *et al.* (2009). Niveles de material particulado en colegios distritales. *Rev Fac Ing Univ Antioquia*, 49, 101-111. Disponible en <http://jaibana.udea.edu.co/grupos/revista/revistas/nro049/Articulo10.pdf>
- Franco, J. F., Rojas, N. Y., Sarmiento, O. L., y Behrentz, E. (2013). Urban air pollution in school-related microenvironments in Bogota, Colombia. *Ing E Investig*, 33(2) 42-48.
- Green, J., y Sánchez, S. (2013). *La calidad del aire en América Latina: una visión panorámica*. Washington D.C.: The Clean Air Institute. Disponible en <http://www.cleanairinstitute.org/calidaddelaireamericalatina/cai-report-spanish.pdf>
- Hernández-Flórez, L. J., Aristizabal-Duque, G., Quiroz, L., Medina, K., Rodríguez-Moreno, N., Sarmiento, R., *et al.* (2013). Contaminación del aire y enfermedad respiratoria en menores de cinco años de Bogotá. *Rev Salud Pública*, 15(4), 503-516.. Disponible en <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/view/38719/44829>
- Howze, E. H., Baldwin, G. T., y Kegler, M. C. (2004). Environmental health promotion: bridging traditional environmental health and health promotion. En *Health education & behavior*. The official publication of the Society for Public Health Education.
- Larsen, B. (2004). *Colombia. Cost of environmental damage: a socio-economic and environmental risk assessment*. Bogotá. Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/texcom/cdo50996/larsen.pdf>
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010a). *Política de prevención y control de la contaminación del aire*. Bogotá. Disponible en [http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/ambiente/politica/polit\\_calidad\\_aire.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/ambiente/politica/polit_calidad_aire.pdf)
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010b). *Protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas* (2.<sup>a</sup> ed.). Bogotá. Disponible en <http://www>.

[minambiente.gov.co/documentos/normativa/ambiente/resolucion/res\\_2153\\_021110\\_proto\\_fuentes\\_fijas.pdf](http://minambiente.gov.co/documentos/normativa/ambiente/resolucion/res_2153_021110_proto_fuentes_fijas.pdf)

- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010c). *Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Manual de diseño*. Bogotá. Disponible en [http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/ambiente/resolucion/res\\_2154\\_021110\\_manual\\_diseno.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/ambiente/resolucion/res_2154_021110_manual_diseno.pdf)
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010d). *Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire-Manual de operación*. Bogotá. Disponible en [http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/ambiente/resolucion/res\\_2154\\_021110\\_manual\\_operacio.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/ambiente/resolucion/res_2154_021110_manual_operacio.pdf)
- Ortiz-Durán, E. Y., y Rojas-Roa, N. Y. (2013). Estimación de los beneficios económicos en salud asociados a la reducción de PM<sub>10</sub> en Bogotá. *Rev Salud Pública*, 15(1), 90-102. Disponible en <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/view/38444/43941>
- Quiroz-Arcenales, L., Hernández-Flórez, L. J., Calderón, C. A. A., Medina, K., Robledo-Martínez, R., y Osorio-García, S. D. (2013). Enfermedad y síntomas respiratorios en niños de cinco municipios carboníferos del Cesar, Colombia. *Rev Salud Pública*, 15(1), 66-79. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v15n1/v15n1a07.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2005). *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones*. México, D. F.: Jiménez Editores e Impresores. Disponible en <http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/457.pdf>
- Toro, M. V., Cremades, L. V., y Calbó, J. (2006). Relationship between VOC and NO<sub>x</sub> emissions and chemical production of tropospheric ozone in the Aburrá Valley (Colombia). *Chemosphere*, 65, 881-888.
- Vargas, F., y Rojas, N. Y., Pachon, J. E., y Russell, A. G. (2012). PM<sub>10</sub> characterization and source apportionment at two residential areas in Bogota. *Atmos Pollut Res*, 3(1), 72-80. Disponible en <http://www.atmospolres.com/articles/Volume3/issue1/APR-12-006.pdf>
- WHO. (2000). *Guidelines for air quality, Chapter 6. Air quality management*. Génova: World Health Organization. Disponible en [http://whqlibdoc.who.int/hq/2000/WHO\\_SDE\\_OEH\\_00.02\\_pp105-190.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2000/WHO_SDE_OEH_00.02_pp105-190.pdf)
- WHO. (2014a). *Air quality deteriorating in many of the world's cities*. News Release. World Health Organization. Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-quality/en/>
- WHO. (2014b). Ambient (outdoor) air quality and health. *Factsheet No. 313*. World Health Organization. Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>

Zárate, E., Belalcázar, L. C., Clappier, A., Manzi, V., y Van den Bergh, H. (2007).  
Air quality modelling over, Bogota, Colombia: combined techniques to  
estimate and evaluate emission inventories. *Atmos Environ*, 41, 6302-  
6318.



# 4

## La radiación ultravioleta y su interacción con la piel

JESÚS ALBERTO ÁGREDA \*

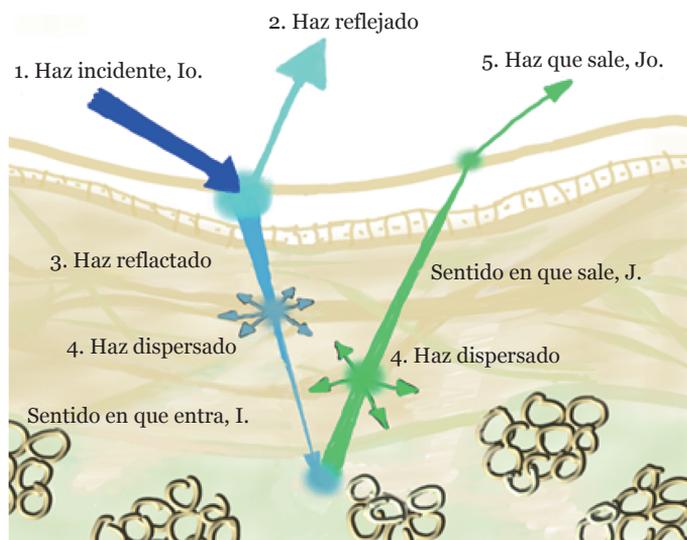
La radiación ultravioleta (RUV), al igual que cualquier otra radiación electromagnética, al interactuar con la materia (en este caso nuestra piel), sufre diferentes procesos. En el desarrollo de la siguiente exposición, vamos a tratar sobre aquellos procesos que nos permiten tener un panorama suficientemente completo y claro de lo que ocurre cuando la RUV entra en contacto con la piel humana. Los fenómenos de los que trataremos serán la reflexión, la refracción, la absorción, la transmisión y la dispersión. A continuación, y para contextualizarnos, comenzaremos describiendo y definiendo los elementos que utilizaremos para desarrollar este escrito. Luego, a veces secuencialmente y a veces en paralelo, profundizaremos en cada tema, aclarando términos y fenómenos o presentando hechos que suceden durante el paso de la RUV a través de nuestra piel.

### La piel

La piel es un órgano complejo compuesto de muchos tipos de células y estructuras que aquí simplificaremos para tener una idea clara de lo que ocurre cuando la RUV entra en ella. Así entonces, vamos a dividir a la piel en estrato córneo, la parte más externa; la epidermis que se ubica inmediatamente por debajo del estrato córneo; y la dermis, la parte más interna (Nather, 2001). La figura 1 es un esquema básico de la piel humana que incluye una representación de la RUV incidiendo sobre ella (flecha 1), y generando las diferentes interacciones que se discutirán a continuación.

---

\* Químico, Dr. Sc. Profesor asociado del Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Correo electrónico: jaagredab@unal.edu.co



**Figura 1.** Representación esquemática de la piel humana y su interacción con la RUV.  
Fuente: elaboración propia.

## La radiación ultravioleta

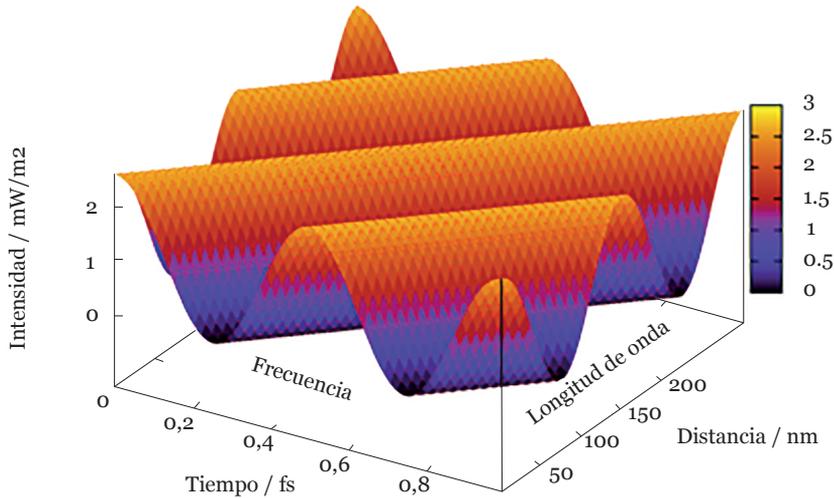
La radiación ultravioleta, como el resto del espectro electromagnético, está compuesta de fotones que se comportan como partículas pero que a su vez tienen naturaleza ondulatoria. Este hecho experimental nos permite pensar en la RUV como partículas que chocan contra nuestra piel, pero que a la vez están caracterizadas por una longitud de onda (figura 2), que nos permite definir la naturaleza de la radiación y, principalmente, la energía que tienen los fotones de RUV.

Los fotones de RUV se ubican en la región del espectro electromagnético entre 100 y 400 nm<sup>1</sup>, una clasificación ciertamente arbitraria, pero que nos permite asignar a esta radiación, una energía entre 299 y 1,196 kilojoules por cada mol de fotones<sup>2</sup>. Esta energía es suficiente para causar modificaciones en los enlaces químicos de las moléculas que conforman nuestra piel y en especial en el ADN, lo que puede llevar a ocasionar el

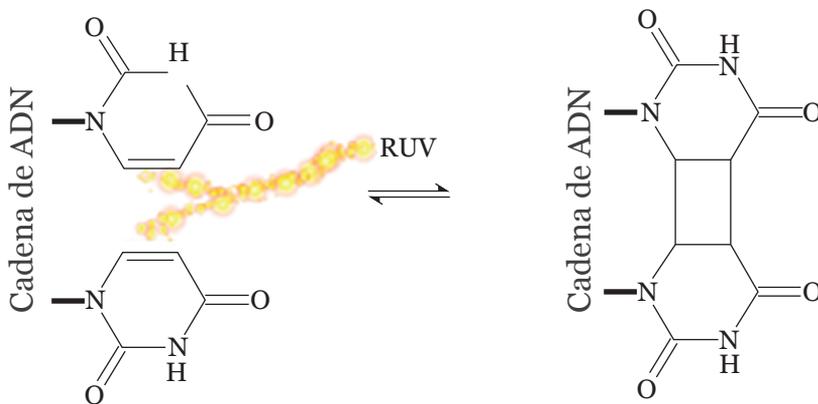
1 La abreviatura nm significa nanometro y equivale a  $1 \cdot 10^{-9}$  metros, es decir 0,000000001 m.

2 El joule es la unidad de medida de la energía y un kilojoule son 1000 joule. Un mol es conceptualmente lo mismo que una docena, aclarando que una docena son 12 unidades y un mol  $6,022141 \cdot 10^{23}$  partículas, es decir, 602214129000000000000000 partículas.

cáncer de piel. La figura 3 presenta una de las acciones más estudiadas de la RUV sobre la molécula de ADN, la formación de un ciclobutano por la dimerización de dos pirimidinas.



**Figura 2.** Representación de una onda electromagnética en el tiempo, en unidades de femtosegundo ( $1 \text{ fs} = 1 \times 10^{-15} \text{ s}$ ), y en el espacio, en unidades de nanómetros ( $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$ ).  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 3.** Un ejemplo del efecto de la RUV sobre el ADN de nuestra piel: la dimerización de dos pirimidinas.  
Fuente: elaboración propia.

## La interacción de la RUV y la piel: visión general

La RUV sobre la piel sufre los siguientes procesos físicos:

1. *Reflección*: la RUV que llega a la piel se refleja, igual que lo hace la radiación visible sobre un espejo, solo que en este caso la cantidad de RUV reflejada es bastante menor a la que incide, contrario a lo que ocurre en los espejos. Se estima que la cantidad de RUV reflejada por la piel está entre 4 % y 7 % (Anderson y Parrish, 1981), mientras que en un espejo, la cantidad reflejada es cercana al 100 %. La flecha 2 de la figura 1 representa la RUV reflejada.
2. *Refracción*: la RUV atraviesa el estrato córneo y llega hasta la epidermis y a la dermis. El camino que sigue el haz de RUV cambia al pasar del aire a la piel, debido al cambio de la velocidad de la luz por el cambio del medio. Este cambio en la velocidad de la RUV, al pasar de un medio a otro se mide con el índice de refracción  $\eta$ , que relaciona la velocidad de la luz en el vacío “ $c$ ” respecto de la velocidad de la luz en el medio sobre el que incide “ $v$ ”, en nuestro caso la piel. Lo anterior se resume en la siguiente ecuación, que además define al índice de refracción:

$$\eta = \frac{c}{v}$$

Así entonces, el camino que sigue el haz en la piel se desvía del original que llevaba en el aire, y el cambio de dicho camino sigue la relación de Snell:

$$\frac{\text{sen}\theta_{\text{aire}}}{\text{sen}\theta_{\text{piel}}} = \frac{v_{\text{aire}}}{v_{\text{piel}}} = \frac{\lambda_{\text{aire}}}{\lambda_{\text{piel}}} = \frac{\eta_{\text{piel}}}{\eta_{\text{aire}}}$$

La flecha 3 de la figura 1, representa al haz de RUV refractado.

3. *Absorción*: la RUV puede, además de lo que ya hemos mencionado, interactuar de forma particular con ciertas moléculas que se encuentran en la piel; esto es, se puede absorber. Algunas de las moléculas de nuestra piel que absorben RUV son la melanina, la bilirrubina, la hemoglobina en sus diferentes formas, el ácido urocánico y el ADN (Gibbs y Norval, 2011). El fenómeno se da debido a que la RUV tiene ondas de frecuencia tal que coinciden con la frecuencia natural de oscilación de los electrones de las capas externas de las moléculas

mencionadas (llamados electrones de valencia, los cuales también son los de menor energía de entre todos aquellos que conforman la molécula). Lo que ocurre, entonces, es que la frecuencia de la RUV entra en resonancia con la frecuencia natural de oscilación de los electrones.

Esto hace que esos electrones adquieran la energía de la RUV, quedando con una energía extra que les permite, en algunos casos, pasar del enlace químico en el que se encuentran a otro nuevo que se forma; como por ejemplo, lo que se mostró en la figura 3. Este fenómeno es una de las posibles consecuencias de la absorción de RUV y es una de las causas del deterioro del ADN y, eventualmente, del cáncer de piel. La absorción de la RUV en la piel se constituye entonces en un fenómeno crucial para entender cómo se produce el cáncer de piel y otras enfermedades causadas por la sobreexposición a dicha radiación y, sobre todo, para buscar moléculas que nos protejan de los daños que esta nos causa. En particular, y como ejemplo de este tipo de protección, mencionaremos el caso del ácido urocánico, que se conoce que está en la piel y también se sabe que absorbe buena parte de la RUV que nos puede hacer daño, pero también genera un fotoproducto (el resultado de la interacción del ácido urocánico con la RUV), que causa problemas de inmunosupresión, lo cual es indeseado (Gibbs y Norval, 2011). El punto es que la química de todo el proceso de absorción de RUV en la piel es algo complejo y aun objeto de investigación. La absorción de RUV por parte de las moléculas que están en nuestra piel se representa en la figura 1, por la disminución del grosor de las flechas que hacen las veces de haz de RUV.

4. *Transmisión:* la RUV que no se reflejó, ni se absorbió, se mueve o se transmite a través de la piel, siempre y cuando no encuentre obstáculos que la reflejen, la refracten, la absorban o la dispersen. En primera aproximación se puede decir que, considerando a la piel como un medio más o menos homogéneo, la RUV que no se absorbe se transmite. Vale la pena aclarar que, estando la RUV en la piel, y debido a que consideramos a esa piel como un medio homogéneo (esto es una aproximación), la refracción no ocurre, o si ocurre lo hace en proporción muy pequeña. En este orden de ideas, vamos a considerar a las moléculas que absorben como partículas que están distribuidas en la piel de manera –de nuevo– homogénea y que cuando el haz de RUV se encuentra con estas moléculas (melanina,

bilirrubina, hemoglobina, ácido urocánico, ADN, etc.), la radiación es absorbida en una cierta proporción que depende de la naturaleza de cada molécula que absorbe. En cualquier caso, lo que se quiere destacar es que el proceso de transmisión de la RUV está inversamente relacionado con el de la absorción; es decir, si existe absorción, no se da la transmisión, y viceversa. La transmisión de la RUV en la figura 1 se representa con el hecho de que las flechas avanzan dentro de la piel.

5. *Dispersión*: la dispersión de la RUV en la piel se da debido al choque de las ondas de luz con partículas que tienen tamaños aproximadamente iguales al de la longitud de onda de la RUV, esto es entre 100 y 400 nm aproximadamente. De esta manera el haz de RUV se desvía del camino que recorría. La dispersión en la piel se puede producir por cualquiera de los múltiples tejidos que esta tiene; por ejemplo, los organelos de las células, entre ellos la mitocondria es quizá la que más contribuye a la dispersión de la RUV en la piel humana (Tuchin, 1997). La dispersión se da en todos los ángulos y en todos los sectores posibles del camino que recorre el haz como se ve, a manera de ejemplo, en la figura 1 (flechas 4).

Todos los procesos que se acaban de mencionar suceden simultáneamente en nuestra piel cuando esta se expone a la RUV. La descripción cuantitativa de tales procesos se puede hacer de manera aproximada pero bastante útil, y sobre todo descriptiva, usando el modelo de Kubelka-Munk, según se muestra a continuación.

*El modelo de Kubelka-Munk*: los procesos que sufre la RUV en nuestra piel se pueden reunir en un modelo matemático que nos permite hacer cálculos y que nos ayuda a entender mejor el fenómeno y sobre todo nos da la posibilidad de predecir lo que sucede cuando la RUV interactúa con la piel. El modelo matemático consiste de 2 ecuaciones diferenciales acopladas y fue propuesto por Kubelka y Munk (KM) (Barbaric y Itric, 2011). Las ecuaciones diferenciales que constituyen el modelo de KM se presentan a continuación:

$$\frac{dI}{dx} = -kI - sI + sJ$$

$$\frac{dJ}{dx} = -kJ - sJ + sI$$

Estas ecuaciones representan la interacción de la luz, en nuestro caso la RUV, con la piel. El modelo original fue desarrollado para explicar la interacción de la luz con películas de pintura pero funciona bien para hojas de papel (Barbaric y Itric, 2011), y como veremos, para nuestra piel (Anderson y Parrish, 1981). El modelo de KM se puede describir de la siguiente manera, ayudados de nuevo con la figura 1: un haz de RUV representado por  $I_0$  entra en la piel; aquí aparece la primera aproximación, pues se supone que nada de ese haz incidente se refleja. La aproximación es buena porque como ya se mencionó, la cantidad de RUV reflejada solo alcanza entre el 4% y el 7% de  $I_0$ .

Al entrar  $I_0$  en la piel, parte de esta será absorbida por ciertas moléculas que existen en ella, principalmente la melanina que se encuentra en el estrato córneo, el primer contacto de la RUV con nuestra piel, y en la epidermis, la capa subyacente al estrato córneo. Otras moléculas que pueden absorber la RUV, en estas primeras capas de la piel, son el ácido urocánico y la bilirrubina. Además, tanto en el estrato córneo como en la epidermis, el haz de RUV se puede dispersar debido a estructuras con un tamaño alrededor de los 300 nm que conforman la piel. Así entonces, la intensidad de la RUV incidente,  $I_0$ , disminuye y se convierte en  $I$  (que es numéricamente menor que  $I_0$ ).

Además, el valor de  $I$  va disminuyendo continuamente a medida que el haz de luz va penetrando más profundamente en la piel. La distancia recorrida por el haz de RUV dentro de nuestra piel se mide con la variable  $x$ . Se construye entonces una derivada  $dI/dx$  (o velocidad de cambio de la intensidad de la RUV en función de la distancia que ha penetrado el haz), que representa el cambio en la intensidad de la RUV a medida que esta atraviesa la piel. Ahora bien, la velocidad de cambio  $dI/dx$  depende tanto de la capacidad de las moléculas de nuestra piel para absorber RUV, como de cuánto se dispersan los rayos de RUV al encontrarse con las estructuras que la conforman. La diferencial,  $dI/dx$ , disminuye a medida que la RUV es absorbida o dispersada. Esto es lo que representa el signo negativo de los dos primeros términos de las ecuaciones diferenciales mostradas arriba.

De otro lado, la RUV que se dispersa en nuestra piel puede regresarse, es decir, moverse en el sentido en el que la RUV sale de nuestra piel. Esta radiación se representa con la letra  $J$  (figura 1), y se mueve en el sentido contrario a  $I$ . Cuando la RUV termina de salir de nuestra piel, luego de haber recorrido un cierto camino, tenemos una RUV que llamaremos  $J_0$ . Teniendo en cuenta los anteriores elementos, se puede definir la cantidad de RUV

que entra en nuestra piel, como la RUV transmitida. Así, se puede construir una función matemática, la transmitancia  $T$ , que es igual a  $I/I_0$ . De manera equivalente, y con respecto a la cantidad de RUV que sale de la piel, se puede definir la reflectancia  $R=J_0/I_0$ . Con todo esto en mente podemos, ahora sí, entender mejor las ecuaciones diferenciales del modelo KM, y resumir lo que significan. A continuación se enumeran los hechos que conforman y son representados en las ecuaciones diferenciales del modelo de KM:

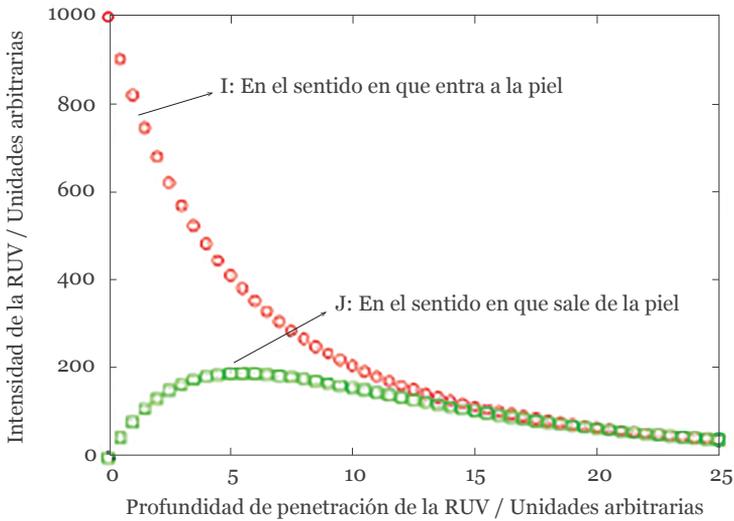
1. La RUV incidente, " $I_0$ ", disminuye en función del camino que esta recorre dentro de nuestra piel, " $x$ ". Esto se representa por una velocidad de cambio de " $I$ " con respecto a la distancia recorrida " $x$ ", una diferencial " $dI/dx$ ", que es el término a la izquierda del signo igual de las ecuaciones diferenciales del modelo KM.
2. La diferencial o velocidad de cambio de " $I$ " con respecto a " $x$ ", depende de cuánto " $I$ " es absorbido por nuestra piel y entre más se absorba, más disminuye el valor de " $I$ ", por lo que podemos escribir el término " $-kI$ ", en el que el signo menos representa la disminución de " $I$ " a medida que " $x$ " (la profundidad de penetración del haz de RUV) aumenta y, " $k$ " es la proporción (o probabilidad) de que la RUV sea absorbida por nuestra piel. Además de la absorción y, al igual que esta, el proceso de dispersión disminuye el valor de " $I$ " a medida que " $x$ " aumenta; entonces, se puede representar el proceso de dispersión con un término parecido al anterior " $-sI$ ", donde ahora la constante " $s$ " representa la proporción en que nuestra piel dispersa la RUV.
3. El tercer término de la parte derecha del signo igual correspondiente a la ecuación diferencial para " $dI/dx$ ", representa el hecho de que la radiación " $I$ " que va en el sentido en que penetra nuestra piel puede generar una RUV que se mueve en el sentido en que sale de ella, debido a la dispersión. Recordemos que a esa RUV que va en el sentido de salir de nuestra piel, la hemos llamado " $J$ ", y esta genera, a diferencia de los dos casos anteriores (absorción y dispersión), un aumento en el valor de " $I$ ", dado que aumenta la cantidad de fotones en la dirección de salida de nuestra piel (que es la dirección contraria a " $I$ "). Esto se puede entender como que los fotones que pierde el haz " $I$ " se reponen con los fotones que vienen en el haz " $J$ ". Este hecho queda representado en el tercer término, el cual se suma y será igual a " $+sJ$ ".
4. Ahora, " $J$ " puede sufrir los mismos procesos que " $I$ " (igual es RUV, solo ha cambiado el sentido en que se mueve), entonces " $J$ " dismi-

nuye si se absorbe y si se dispersa, lo que da origen a dos términos similares a los que ya hemos descrito para “ $dI/dx$ ”; es decir, “ $dJ/dx$ ” va a disminuir con respecto a la absorción “ $-kI$ ” y también con respecto a la dispersión “ $-sI$ ”. Obsérvese que, como en el caso anterior, la dispersión de “ $I$ ” genera un flujo de RUV que va en el mismo sentido que “ $J$ ”. Así, en la segunda ecuación diferencial se debe sumar un término que dé cuenta de esto, es decir “ $+sI$ ”.

De esta manera, nuestras ecuaciones diferenciales del modelo KM quedan como se ha mostrado arriba. Ahora, y con el fin de reforzar lo anterior, lo que significa el modelo de KM, y sobre todo, lo que representa en cuanto a la interacción de la RUV con nuestra piel, la figura 4 muestra la integración numérica, o solución de las ecuaciones diferenciales del modelo KM. En dicha figura se observa que la intensidad de la radiación incidente “ $I$ ”, va disminuyendo hasta llegar a 0 (cero) en una cierta distancia, que para el caso de la piel se encuentra, aproximadamente, al llegar a la dermis, unos 0,1 mm dentro de nuestra piel. En cambio, la radiación que se dirige hacia afuera de la piel, “ $J$ ”, tiene un comportamiento que inicialmente crece en función de la cantidad de RUV que atraviesa la piel.

Sin embargo, a medida que la RUV penetra más profundamente, el aumento de “ $J$ ” comienza a detenerse, pasa por un máximo y luego empieza a disminuir hasta llegar a cero, igual que para el caso de “ $I$ ”. Esto es razonable, dado que el valor de “ $J$ ” depende de “ $I$ ” y si “ $I$ ” se hace cero, “ $J$ ” también debe hacerse cero, como efectivamente lo muestra la figura 4, en el caso en que la distancia “ $x$ ” es grande (esto es a valores grandes de la profundidad de penetración de la RUV).

Con la anterior presentación del modelo de KM se espera que el lector tenga una primera aproximación, general, sobre cómo la RUV interactúa con la piel humana. A continuación se presentan algunos casos particulares sobre dicha interacción, los cuales resultan importantes desde el punto de vista químico y en particular desde el punto de vista médico.



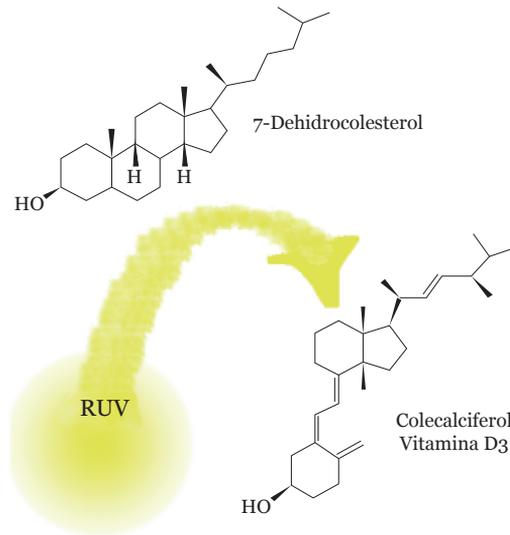
**Figura 4.** Solución numérica de las ecuaciones diferenciales acopladas del modelo de Kubelka-Munk.  
Fuente: elaboración propia

## Las transformaciones de algunas de las moléculas de la piel debido a su interacción con la RUV

Las interacciones específicas de la RUV con ciertas moléculas que se encuentran en nuestra piel, y que resultan cruciales para tener una piel y un cuerpo sanos, están asociadas al fenómeno que ya hemos descrito y que es conocido como absorción de RUV. En lo que sigue revisaremos algunos de los casos más destacados de los efectos que tiene la absorción de RUV sobre ciertas moléculas clave que se encuentran en nuestra piel.

### La síntesis de vitamina D

La vitamina D se forma por la acción de la RUV del sol sobre las moléculas de 7-dehidrocolesterol (7-DC) o también llamada provitamina D<sub>3</sub>. La energía de la RUV hace que un enlace del segundo anillo de abajo hacia arriba del 7-DC se rompa y permita, posteriormente, la formación de la vitamina D<sub>3</sub>, como lo muestra la figura 5.



**Figura 5.** La síntesis de vitamina D3 con ayuda de la radiación UV del sol.  
Fuente: elaboración propia.

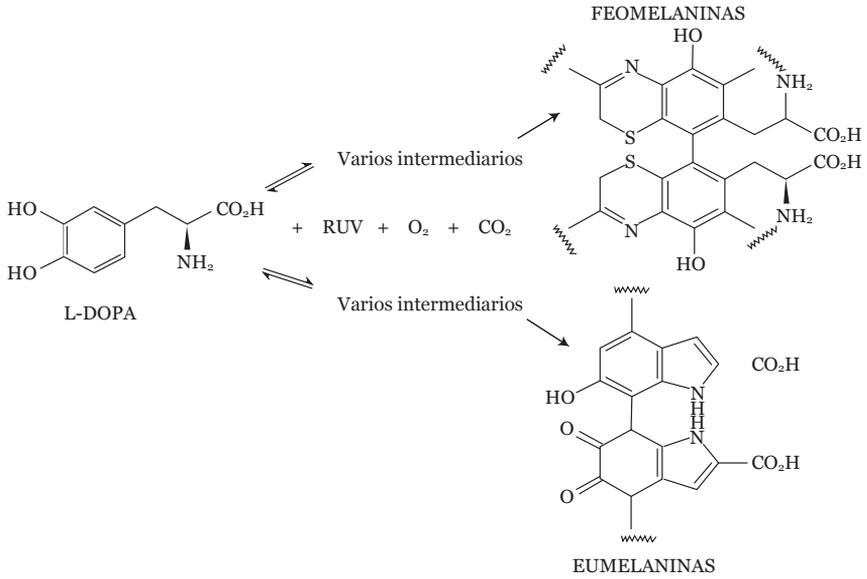
La vitamina D3, que se forma de esta manera en nuestra piel, tiene un efecto benéfico importante sobre la salud, particularmente sobre la regulación de los niveles normales de calcio y fósforo.

### La síntesis de melaninas

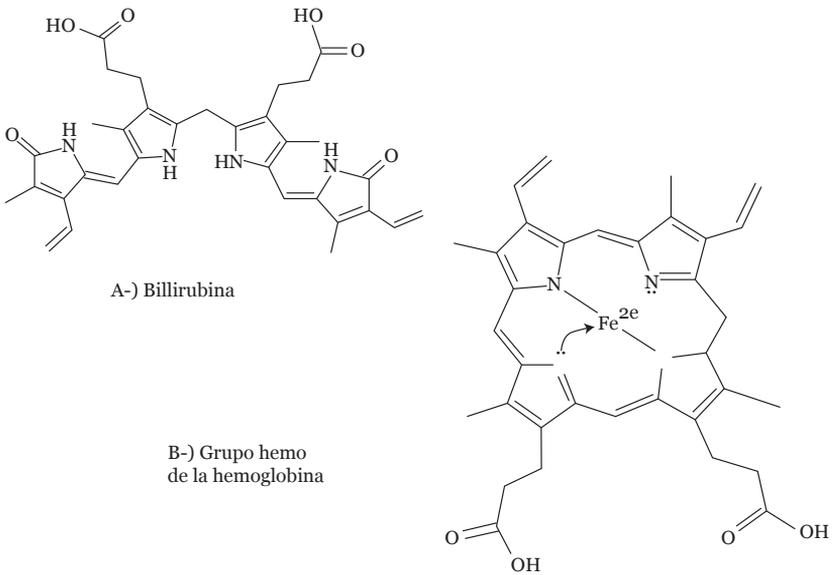
La melanina se puede presentar como eumelanina o como feomelanina. La síntesis de estas moléculas se resume en la figura 6, y es un proceso que ocurre en nuestra piel y que se ve favorecido por la exposición a la RUV, generando el famoso bronceado.

### Otras moléculas que interactúan con la RUV

La bilirrubina, figura 7A, al interactuar con la RUV y la radiación visible nos da ese color amarillento que asociamos con ciertas enfermedades. Por su parte, la hemoglobina, de la cual se destaca el grupo hemo, figura 7B, que es lo que se conoce como cromóforo, es decir, la parte de la molécula causante del color, le da a la sangre su bonito color rojo.



**Figura 6.** Síntesis resumida de melaninas.  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 7.** Dos moléculas importantes que absorben RUV en nuestra piel.  
Fuente: elaboración propia.

Finalmente, el ADN absorbe RUV debido a los diferentes grupos de moléculas que lo componen. Esto en principio no causa problema alguno, si la exposición no es exagerada. Sin embargo, como ya se mostró en la figura 3, existe la posibilidad de que el ADN se dañe si la exposición a la RUV es exagerada.

## Conclusiones

Se ha presentado una visión general de lo que pasa cuando la radiación ultravioleta entra en contacto con nuestra piel, tanto desde el punto de vista cualitativo-descriptivo, como mediante la ayuda de un modelo matemático que busca entender mejor lo que sucede cuando la RUV pasa a través de nuestra piel. El modelo de Kubelka-Munk nos permitió profundizar un poco en el entendimiento del complejo proceso de interacción de la RUV con nuestra piel y, además, nos permitió hacer dicho entendimiento aceptablemente cuantitativo. Adicionalmente, se han presentado los procesos de absorción de RUV más importantes que ocurren en la piel humana, los cuales tienen un efecto importante sobre la síntesis de moléculas vitales para nuestro bienestar (la vitamina D), sobre nuestro color de piel, y en algunos casos efectos dañinos causados por las reacciones químicas inducidas por la RUV sobre el ADN.

## Referencias

- Anderson, R. R., y Parrish, J. A. (1981). The optics of human skin. *J Invest Dermatol*, 77(1), 13-19.
- Barbarić-Mikočević, V. D.-M. Ž, y Itrić, K. (2011). Kubelka-Munk theory in describing optical properties of paper (I). *Tech Gaz*, 18(1)117-124.
- Gibbs, N. K., y Norval, M. (2011). Urocanic acid in the skin: a mixed blessing? *J Invest Dermatol*, 131(1), 14-17.
- Nather, A. (Ed.). (2001). The scientific basis of tissue transplantation. *Advantage in Tissue Banking*, vol. 5. Disponible en [http://books.google.com.co/books?hl=en&lr=&id=-tIywX9QXmQC&oi=fnd&pg=PA123&dq=+human+skin+basic+anatomy&ots=wHM8KK2WJR&sig=BNtbc08G-Zo7nyqgdTuU5TaQmWmg&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.co/books?hl=en&lr=&id=-tIywX9QXmQC&oi=fnd&pg=PA123&dq=+human+skin+basic+anatomy&ots=wHM8KK2WJR&sig=BNtbc08G-Zo7nyqgdTuU5TaQmWmg&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Tuchin, V. V. (1997). Light scattering study of tissues. *Phys-USpekhi*, 40(5), 495.



# 5

## Aplicación de la metodología de fuerzas motrices a un caso de contaminación del aire por material particulado en Bogotá

LUIS JORGE HERNÁNDEZ FLÓREZ\*,  
SAMUEL DAVID OSORIO GARCÍA\*\*

La relación entre contaminación del aire y salud se ha venido estudiando en el mundo desde muchos años atrás, sin embargo fue solo a partir de los episodios agudos de exposición al *smog* en Londres, en 1952, cuando comenzaron a realizarse estudios mediante diseños epidemiológicos de tipo cohorte y series de tiempo. En los años cincuenta el químico Herbert E. Stokinger definió las llamadas premisas de Stokinger, mediante las cuales se consideraba que los agentes contaminantes del aire son potencialmente responsables de una mayor cantidad de enfermedades que los compuestos contenidos en total en el agua y en los alimentos y que, como regla general, los agentes de contaminación atmosférica manifiestan sus efectos en forma combinada con otros agentes (es raro que lo hagan solos) o con factores existentes en el huésped (infecciones, deficiencias genéticas del metabolismo).

La determinación del efecto de la contaminación del aire en la salud humana se ha realizado a través de dos grupos de estudios: los toxicológicos y los epidemiológicos. Los dos tipos de metodologías se consideran complementarias; en los estudios toxicológicos experimentales el efecto

---

\* Médico, magíster en Epidemiología, doctor en Salud Pública. Profesor de la Facultad de Medicina de la Universidad de los Andes. Correo electrónico: luishern@uniandes.edu.co

\*\* Médico, candidato a magíster en Salud Pública por la Facultad de Salud Pública de la Universidad de São Paulo.

dosis-respuesta y tiempo-respuesta son controlados por el investigador y tiene la limitación propia de los estudios experimentales por razones éticas y metodológicas. Los estudios epidemiológicos (Ballester *et al.*, 2005) que se han realizado son de tipo observacional y ecológicos a partir de las redes de monitoreo de aire, sin embargo hay limitaciones debidas a las características propias de la medida de exposición a la contaminación del aire como la ubicuidad de la exposición, es decir, es difícil obtener un grupo de no expuestos a un contaminante ya difundido por el aire, aunque la exposición no es igual, por ejemplo, en todos los sitios de una ciudad. Otra característica la constituyen las variaciones individuales de la exposición, por ejemplo, por las diferencias entre la contaminación del aire intra y extramuros y las variaciones biológicas individuales de las personas.

Existe evidencia de que la contaminación del aire está asociada con enfermedad respiratoria en especial en niños menores de 14 años y que de este grupo poblacional el más susceptible los constituyen los menores de 5 años (Gauderman, 2006). Los estudios epidemiológicos en general han sido de tipo “panel”, cohorte prospectiva y series de tiempo, y han mostrado que en la población de niños, los contaminantes ambientales, incluyendo el ozono ( $O_3$ ), dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) y el  $PM_{10}$  contribuyen a la ocurrencia de síntomas respiratorios, cambios en la función pulmonar, aumento en las infecciones respiratorias e incremento en las consultas de urgencia, hospitalizaciones y mortalidad. Así mismo, se ha evidenciado el efecto de la contaminación del aire en el ausentismo escolar, medido este como impacto del efecto adverso de la contaminación del aire (Guilliland, *et al.*, 2001).

Los niños que viven en áreas altamente contaminadas son más propensos a buscar atención médica por síntomas respiratorios y crisis de asma (Kim, 2004; Ward y Ayres, 2004). Los niños, especialmente los menores de 5 años, están constantemente expuestos a los efectos adversos generados por los contaminantes debido a que sus sistema respiratorio está en desarrollo, debido a su mayor nivel de ventilación por minuto, a los altos niveles de actividad física y a que permanecen más tiempo al aire libre.

En relación con el material particulado (PM), la literatura señala una amplia evidencia epidemiológica y experimental entre las concentraciones de material particulado y las tasas de morbilidad y mortalidad. Los efectos en la salud del material particulado dependen del tamaño de partícula y su concentración, y varían según las fluctuaciones diarias de  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$ . Los efectos en salud incluyen el incremento en la mortalidad diaria, el aumen-

to en las tasas de hospitalización por exacerbación de enfermedades respiratorias, fluctuaciones en la prevalencia de uso del broncodilatador, tos y reducción de la función pulmonar (por ejemplo, reducción del flujo pico).

La exposición al material particulado y sus efectos en salud parecen ser lineales a concentraciones por debajo de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Un pequeño número de estudios se refieren a los efectos a largo plazo del material particulado sobre la mortalidad y morbilidad respiratorias. Sin embargo, la exposición a largo plazo domina la carga de la enfermedad. Los estudios epidemiológicos actuales no indican que hay un umbral debajo de cual ningún efecto ocurre (Ballester *et al.*, 1999).

El material particulado se mide en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) y usualmente los efectos en salud comienzan a partir del material que mide 10  $\mu\text{m}$  o menos, que es el que puede penetrar las vías respiratorias. Este material se conoce como  $\text{PM}_{10}$ . Las “partículas finas” son las que tienen 2,5  $\mu\text{m}$  o menos y son conocidas como  $\text{PM}_{2.5}$ . El material particulado entre  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2.5}$  es conocido como “respirable”, ya que puede penetrar los mecanismos de defensa del sistema respiratorio y llegar hasta los bronquios o incluso al alveolo pulmonar, como es el caso de las “partículas ultra finas” que están por debajo de 2,5  $\mu\text{m}$  y miden incluso menos de 0,1  $\mu\text{m}$  de diámetro (Harrison y Yin, 2000).

En el diámetro de un cabello humano podrían caber al menos 5 elementos de material particulado de 10 micrómetros, los cuales, por su tamaño, ya pueden penetrar las vías respiratorias. El material particulado está constituido por una mezcla de partículas sólidas y de gotas líquidas encontradas en el aire. Varias partículas pueden ser vistas por el ojo humano como el hollín y el humo pero otras más pequeñas solo son visibles bajo el microscopio. Las partículas más pequeñas varían de forma y tamaño y pueden estar compuestas por gran cantidad de sustancias químicas. Su efecto sobre la salud humana puede deberse a su tamaño, su composición química y su contenido microbiológico (Sarnat y Brown, 2005).

A nivel latinoamericano, son muy limitados los estudios y básicamente se han realizado en México, Chile, Cuba, Brasil y Colombia. En diferentes estudios epidemiológicos se han mostrado riesgos relativos mayores de uno (1), estimados para un incremento de 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{10}$  para consultas de urgencias por asma en población infantil y adolescente (Hernández-Cadena *et al.*, 2000).

Los estudios hechos en Latinoamérica han mostrado, en Ciudad de México, una asociación entre el exceso de mortalidad infantil (<1 año) y

los niveles de partículas finas en los días previos al fallecimiento. Para un aumento de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el  $\text{PM}_{2.5}$  observaron un incremento de 6,9% de muertes en infantes (95% IC: 2,5-11,3%). En São Paulo, Brasil, se evidenció una asociación entre los niveles ambientales de  $\text{PM}_{10}$  y otros contaminantes con la mortalidad neonatal (0 a 28 días). También se estimó que el aumento de un intercuartil en el  $\text{PM}_{10}$  (23,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ocasionaba un incremento de cerca de 4% (95% IC: 2,0-6,0%) en la mortalidad neonatal. Y en São Paulo hallaron asociación entre los niveles de  $\text{NO}_2$  y  $\text{O}_3$ , y en menor medida de  $\text{SO}_2$  y  $\text{CO}$ , con la mortalidad intrauterina (OMS, 2006).

La recopilación que hacen Pope y Dockery (2006) establece las siguientes características en la relación entre la contaminación del aire y la salud:

1. Se evidencia una función de “concentración respuesta” entre PM y eventos en salud.
2. La exposición a PM puede ser a corto (horas, días) y largo plazo (años).
3. La función concentración-respuesta parece ser lineal.
4. La exposición a PM produce una cascada de eventos (fisiopatológicos) a nivel cardiopulmonar.
5. El riesgo de mortalidad por niveles elevados de PM es relativamente pequeño y más población está expuesta a exposiciones crónicas con efecto acumulativo.
6. Varias características de las personas influyen en la susceptibilidad al material particulado respirable: enfermedad respiratoria o cardiovascular preexistente, diabetes, uso de medicamentos, edad, sexo, etnia, nivel socioeconómico, servicios de salud, nivel educativo de padres o cuidadores de los niños, características de la vivienda y diferencias genéticas.
7. Existe evidencia de que el PM impacta la salud de los niños de la siguiente manera:
  - ▶ Déficit en la función pulmonar.
  - ▶ Alteración en el crecimiento de la función pulmonar.
  - ▶ Incremento en la enfermedad respiratoria y en los síntomas.
  - ▶ Aumento en el ausentismo escolar.
  - ▶ Aumento en las consultas y hospitalizaciones por enfermedad respiratoria.

- ▶ Mortalidad infantil (menores de 1 año) y en niños y niñas menores de 5 años.

En Bogotá, se destacan las investigaciones realizadas en 1996 y 1998 en las cuales se evidenció que la población infantil de la localidad de Puente Aranda tenía una incidencia superior de episodios de infección respiratoria aguda (IRA) frente a lo reportado en otras poblaciones de la literatura mundial (Aristizabal, 1997; Solarte *et al.* 1999). En el estudio de Aristizabal se realizó un seguimiento inicial de 100 niños menores de 5 años, durante 4 meses y cada 15 días durante el periodo de seguimiento se entrevistó a los cuidadores, llenando un cuestionario con los datos de morbilidad, días de ausentismo escolar, episodios de síntomas respiratorios y un examen físico.

Se estableció una asociación significativa aunque “débil” con IRA alta y  $PM_{10}$ . Esta investigación también mostró que la concentración promedio de  $PM_{10}$  en la localidad de Puente Aranda era de  $98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , la cual excede la norma Environmental Protection Agency (EPA) de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para un año. Se evidenció también un promedio máximo anual de  $456 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Igualmente se llegó a la conclusión de que la alta concentración de  $PM_{10}$  en la localidad era un vehículo facilitador para que se presentaran problemas respiratorios aun con bajas concentraciones de  $\text{NO}_2$  y  $\text{SO}_2$ .

En la investigación de Solarte, se realizó un estudio de cohorte prospectivo con población de niños de 5 a 14 años. Se escogieron dos áreas residenciales de los barrios Venecia y Engativá, las cuales por sus características locales y por la medición preliminar de contaminantes por el anterior Departamento Administrativo del Medio Ambiente de Bogotá (DAMA) mostraron niveles diferentes de contaminación y permitían tener un grupo expuesto a “altos” niveles de  $PM_{10}$  (Venecia) y un grupo expuesto a “bajos” niveles de  $PM_{10}$  (Engativá), evidenciándose que las concentraciones de  $PM_{10}$  en los sitios analizados, superaron el promedio máximo anual permitido en la legislación colombiana de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y sobrepasaron también en varias ocasiones la norma diaria de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Se evidenció que el número total de consultas por enfermedad respiratoria en niños menores de 14 años está asociado con la concentración de  $PM_{10}$  en los días precedentes.

A su vez se evidenció que un aumento en la concentración de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en las concentraciones de  $PM_{10}$  producía un aumento de al menos el 8 % en el número de consultas por enfermedad respiratoria aguda en niños menores de 14 años. Así mismo, se estableció que los síntomas (tos, flemas, silbidos, fiebre y dolor de cabeza) aumentaban de manera signifi-

cativa con el incremento de concentración de  $PM_{10}$ . Los síntomas se asociaban mejor en el grupo de niños asmáticos que en el de no asmáticos, sin embargo ambos grupos son susceptibles de presentar síntomas debido a partículas respirables en la atmósfera.

En relación con la contaminación intramuros, se reportó que el 13 % de los hogares evaluados tenía algún tipo de negocio (fábrica, almacén o depósito) y el porcentaje de niños expuesto a humo de cigarrillo en el interior de las viviendas fue de 36,4 %. En esta investigación, el análisis de las fuentes de contaminación sugirió que había contribución de las emisiones de las fábricas, el mal estado de las vías, la erosión y el material particulado proveniente del uso de combustibles fósiles en vehículos automotores. Así mismo, el análisis multivariado y las medidas de  $PM_{10}$  con rezagos de uno a cuatro días, mostró una asociación significativa con el primer día de rezago y el cuarto día de rezago. Es decir, los efectos de la contaminación podían aparecer hasta 4 o 5 días después de la exposición.

En el 2005 se realizó una investigación conjunta entre la Secretaría Distrital de Salud y la Universidad de La Salle (Arciniegas *et al.*, 2006) en la localidad de Puente Aranda en la que se evidenció que:

- ▶ Un aumento de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en los niveles de  $PM_{10}$  ocasionaría un incremento del 4 % en las consultas por IRA, para un periodo de latencia de seis días.
- ▶ Al ser excedida la norma distrital (180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en el 25 % del día, para un periodo de latencia de seis días, se produce un aumento del 29 % en el número de consultas por enfermedad respiratoria aguda (ERA) en niños menores a cinco años.
- ▶ Al excederse la norma internacional (EPA) para concentración diaria de  $PM_{10}$  medida en valores absolutos, en un 25 % del día, habría un incremento del 22 % en el número de consultas y un 10 % si la concentración es medida en medias móviles de 24 horas para un periodo de latencia de seis días.

## Modelos explicativos e interpretativos de la relación entre contaminación del aire por PM y salud

Existen tres generaciones de estudios epidemiológicos de la relación entre calidad del aire y la salud que demuestran las relaciones entre el propósito del investigador y el diseño del estudio, y entre el diseño del estudio y los métodos de análisis utilizados (Hertz-Picciotto, 1998). La tabla 1 muestra las genera-

ciones de estudios y el diseño correspondiente. En los de primera generación los tiempos de exposición fueron cortos: horas, semanas o un mes, y las poblaciones más afectadas fueron niños y tercera edad. En realidad se trata de estudios de tipo descriptivo frente a eventos catastróficos como los fenómenos de inversión térmica que se produjeron en este periodo de tiempo y que llevaron a la acumulación masiva de partículas suspendidas en el aire.

**Tabla 1.** Generaciones de estudios epidemiológicos de efectos de contaminación del aire en la salud

Generación de estudio	Diseño
Primera generación de estudios: 1930-1953 Autores: (Firket,1931; Schrenk <i>et al.</i> , 1949; Scout y Logan, 1953)	Impacto en la salud debido a incidentes en los cuales se presentaban niveles extremadamente altos de contaminación del aire. Comparaciones antes-después en una misma comunidad. Se monitorean los registros de mortalidad, las admisiones hospitalarias, encuesta de síntomas respiratorios. Se realiza la comparación entre el periodo de exposición y no exposición en la misma población.
Segunda generación de estudios: décadas de 1950 y 1960 Autores: Burn y Pemberton, 1962; Zeidberg <i>et al.</i> , 1967; Lave y Seskin, 1970; Lee <i>et al.</i> , 1972; Winkestein <i>et al.</i> , 1967; Carnoww <i>et al.</i> , 1969)	Se comparan comunidades con alto y bajo nivel de exposición. Las comunidades con mayor nivel de exposición presentan comparativamente tasas más altas de mortalidad, especialmente en población de la tercera edad. Se incluye el seguimiento a las exacerbaciones de condiciones respiratorias que no requerían hospitalización.
Tercera generación: década de 1990 Autores: (Schwartz y Dockery,1992; Dockery <i>et al.</i> ,1993; Pope <i>et al.</i> , 1991)	Se utilizan series de tiempo comunitarias que analizan el efecto de las fluctuaciones en los contaminantes del aire en una determinada región. Diseños de serie de tiempo dentro de una misma comunidad más que entre comunidades, lo cual disminuye los problemas de confusión que se presentan al comparar dos comunidades diferentes.

Fuente: Hertz-Picciotto (1998).

Los estudios de segunda generación, que corresponden a un comparativo entre comunidades más expuestas y menos expuestas, mostraron una fuerte correlación entre nivel socioeconómico y contaminación del aire. Los datos crudos de morbilidad, al aumentar la contaminación del aire eran atenuados al estratificar por nivel socioeconómico. En este diseño, sin embargo, persiste la posibilidad de confusión residual debido a la inadecuada

caracterización del estatus socioeconómico. A pesar de su debilidad, estos estudios de segunda generación contribuyeron a que en 1970 se fijaran estándares de calidad del aire. En los estudios de tercera generación se realizaron diseños de serie de tiempo dentro de una misma comunidad más que entre comunidades, lo cual disminuye los problemas de confusión que se presentan al comparar dos comunidades diferentes. Dentro de una misma comunidad los cambios demográficos o de hábitos ocurren en periodos de mínimo tres años, y los efectos en salud por la contaminación del aire se observan en pocas semanas (Nascimento *et al.*, 2004).

La mejoría en la calidad del aire no necesariamente se traduce en reducción de la exposición de los residentes en aéreas urbanas, debido a que las estrategias se han basado en la disminución de los llamados contaminantes criterio ( $O_3$ ,  $SO_2$ , óxidos de nitrógeno, CO, plomo,  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$ ), sin embargo no se sabe si también disminuyen otros contaminantes como las partículas ultrafinas y los constituyentes del material particulado como metales y carbón elemental.

Una gran cantidad de población escolar tiende a vivir cerca de importantes fuentes de contaminación del aire como son las vías de alto flujo vehicular, las cuales se asocian a alta concentración de material particulado, carbón elemental y  $NO_2$ . Si bien puede presentarse mejoría en los niveles de calidad del aire, la evidencia reciente muestra que continúan los efectos adversos asociados a niveles de  $MP_{10}$ ,  $MP_{2.5}$ , y  $NO_2$  debido a que con los niveles recomendados para estos contaminantes no se consigue proteger la salud humana. Adicionalmente, no se monitorean otros contaminantes y los niveles locales de contaminación. Por ejemplo, los niveles de locales de contaminación cerca o dentro de un jardín infantil no son detectados por las redes de monitoreo. La tendencia actual es evaluar la exposición a la contaminación del aire en sus aspectos genéticos, toxicológicos y epidemiológicos para identificar las principales fuentes y los constituyentes de dicha contaminación responsables de los efectos nocivos en la salud.

La reducción de la exposición a la contaminación a través del mejoramiento de la calidad del aire implica una combinación de intervenciones a varios niveles: internacional, nacional, locales y de escogencia personal (Gauderman, 2006). Por otro lado, se vienen elaborando esquemas cuantitativos para determinar el riesgo para la salud debido a la contaminación del aire. Una de las claves de evaluación de la exposición es la determinación de la eficacia de la emisión e inmisión de contaminantes en la población vulnerable.

En realidad, los efectos en la salud no solo dependen de las emisiones y concentraciones, sino también de las dosis recibidas por las personas, las cuales a su vez dependen de las concentraciones del contaminante en el aire respirado. La tendencia actual es considerar más la exposición que la concentración ambiental del contaminante, lo que se conoce como evaluación de la exposición. Los diversos diseños epidemiológicos utilizados han tenido cuestionamientos: por ejemplo los estudios de series de tiempo se critican por su aproximación analítica y el inadecuado control de variables de confusión como las variables meteorológicas; a los estudios de cohorte se les cuestiona también por el inadecuado control de las variables de confusión y de los demás contaminantes del aire.

Se ha desarrollado una metodología de evaluación total del riesgo para la salud:

1. Seleccionar la población a estudiar.
2. Evaluar lugares representativos de muestreo.
3. Realizar estudios de perfil de la contaminación del aire.
4. Disponer de información del clima.
5. Información de admisiones hospitalarias.
6. Monitorear contaminación del aire en tiempo real.
7. Determinar factores de riesgo.
8. Establecer incidencias de exposición acumulativa.

Se identifica un Factor de Transferencia de la Inhalación (ITF), el cual cuantifica la fracción de contaminantes en el aire que podría ser inhalado por una persona en una locación específica y en un escenario de emisión-inmisión específico del contaminante. El principio básico de la metodología es combinar las series de tiempo predefinidas de las concentraciones de contaminantes. Estas concentraciones son utilizadas como indicador de exposición y se calculan niveles de contaminación del aire para las viviendas y para todas las personas que viven o trabajan en estas zonas. Se ha concluido que el material particulado (PM) es un factor significativo para el desarrollo y exacerbación de la enfermedad respiratoria. Se concluyó también que se requieren más estudios sobre la inhalación de factores específicos diferenciando por grupos de edad en distintas condiciones climáticas, teniendo en cuenta también los datos epidemiológicos de ingresos hospitalarios (Anjaneyulu *et al.*, 2005).

El diseño *case-crossover* es una adaptación del diseño de casos y controles retrospectivo. Consiste en que la exposición en el momento del evento de mortalidad o morbilidad (*case period*) es cruzada con uno o más periodos cuando el evento no ocurre (*control period*) y se estima un potencial exceso de riesgo utilizando regresión logística. Por ejemplo, los individuos fallecidos o con enfermedad sirven como su propio control. Al seleccionar adecuadamente el periodo de control, el mismo diseño permite controlar por factores como día de la semana, estación climática y tendencia a largo plazo. Se facilita así una evaluación de la modificación de efecto o susceptibilidad a nivel individual. Este diseño puede tener inconvenientes, por ejemplo, el resultado puede estar afectado por la selección del periodo de control. Así mismo, se puede presentar un menor poder estadístico si se presenta pérdida de información de los periodos de control (Pope y Dockery, 2006).

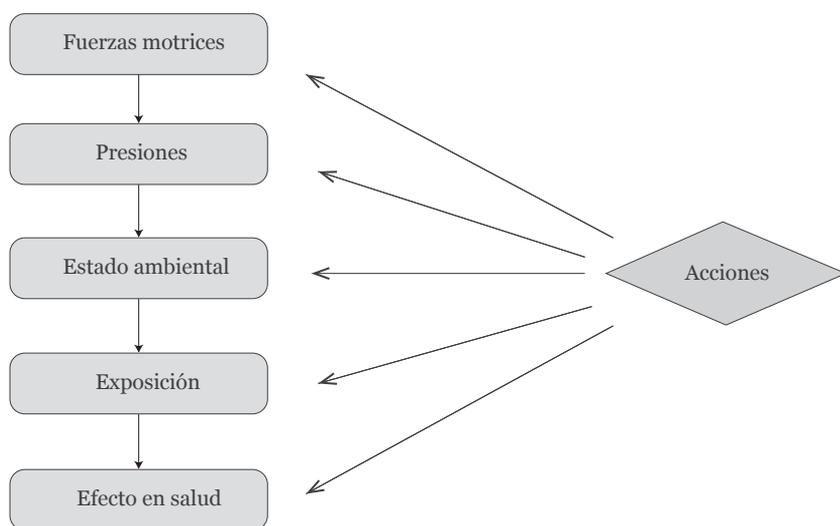
### Hacia un modelo interpretativo de la relación entre contaminación del aire por PM y salud: la metodología de las fuerzas motrices

Para el estudio de la relación entre contaminación del aire por PM no es suficiente el abordaje de exposición-respuesta, ya que da una connotación de linealidad y adicionalmente no permite problematizar todos los procesos que median esta relación. La metodología de fuerzas motrices propuesta por la OPS fue desarrollada conceptualmente por Corvalan y constituye una herramienta para entender la complejidad de las relaciones entre la salud y el ambiente. Este modelo, también llamado “causa-efecto”, parte del principio de jerarquizar factores (no procesos), cada uno de los cuales conllevan y favorecen la aparición de los otros en una especie de relación “influencia-dependencia”. Su aplicabilidad reside también en que trata de dar cuenta de la red causal que favorece la aparición de la morbilidad. Al mismo tiempo el modelo permite identificar intervenciones a realizar en cada uno de los factores identificados según jerarquías de la red causal (Corvalan *et al.*, 1999).

Si bien la metodología de fuerzas motrices está parada en el enfoque de riesgo, hace una aproximación a la jerarquización de procesos en varios planos que permiten un acercamiento al modelo de determinantes sociales de la OMS, hoy más conocido como de determinantes sociales y ambientales del proceso salud-enfermedad. Las fuerzas motrices no cons-

tituyen en sí un enfoque o modelo sino una metodología que permite visibilizar varios procesos o determinantes sociales y ambientales.

La metodología de las fuerzas motrices es una forma en que se puede operativizar la problematización en salud ambiental del modelo de determinantes sociales de la OMS, el cual es el marco teórico explícito del Plan Decenal de Salud Pública de Colombia y el de la Política Integral en Salud Ambiental (PISA). Los factores propuestos por Corvalan son unas “fuerzas motrices” que llevan a unas “presiones”, las cuales a su vez causan un “estado o situación ambiental”, el cual a su vez produce una “exposición” que lleva a un “efecto en salud” (figura 8). En todos estos factores es posible desarrollar a cabo acciones que ayuden a disminuir esa cascada, especialmente si son aplicadas en los niveles superiores como en las fuerzas motrices o en las presiones.



**Figura 8.** Factores propuestos por Corvalan.  
Fuente: adaptada de Corvalan.

## Aplicación de la metodología en el caso de Bogotá

En Bogotá el mayor contaminante del aire es el material particulado menor a 10 micras. Los niños menores de 5 años pasan la mayor parte del día al interior del jardín infantil y están expuestos a este contaminante así como a otras fuentes de emisiones fijas y móviles. En el estudio realizado

en 2007 y 2008 por parte de la Secretaría de Salud de Bogotá, Hospital del Sur, Hospital de Fontibón y participación de Universidades como los Andes, la Salle y Universidad Nacional de Colombia, la muestra fue de 619 niños y niñas, de los cuales 315 vivían en la zona considerada de mayor exposición a  $PM_{10}$  y 304 en la de menor exposición, presentándose una diferencia de promedios de PM intramuros entre mayor y menor exposición de  $85,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vs.  $61,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $P < 0,05$ ).

Se realizó seguimiento a síntomas respiratorios altos y bajos durante 119 días. La proporción de niños que presentaron sibilancias en el último año fue de 74,3%, con diferencia entre mayor y menor exposición de 79,6% vs. 69,0% ( $p < 0,05$ ). Los síntomas de sibilancias y expectoración estuvieron asociados a la mayor exposición a  $PM_{10}$  (RR 1,39 y 1,30). Un niño menor de 5 años expuesto a  $PM_{10}$  presentó 1,70 veces más riesgo de ausentismo escolar por enfermedad respiratoria aguda. Una disminución del  $PM_{10}$  reduciría en un 41,1% este ausentismo escolar.

Los otros factores asociados a síntomas respiratorios fueron el antecedente de bajo peso al nacer y haber presentado previamente sibilancias. También se identificaron como factores asociados el tabaquismo pasivo (RR 1,5), la cercanía del jardín o vivienda a menos de 100 metros de chimeneas y vías en mal estado (RR 1,09), vías de alto flujo vehicular (RR 1,85), y el colecho (RR 1,92)  $P < 0,05$ . El estudio de cohortes mencionado tuvo como objetivo determinar la relación entre material particulado de menos de  $10 \mu\text{m}$  intra y extramural, y síntomas respiratorios en niños menores de 5 años de jardines de Bogotá en 2007. Se midió la concentración de material particulado intra y extramural de los jardines (Hernández-Flórez *et al.*, 2013).

## Fuerzas motrices

Las fuerzas motrices o propulsoras son factores que motivan y empujan a los procesos ambientales involucrados según el caso. Representan las cuestiones más generales que están por detrás del modelo de desarrollo adoptado por la sociedad y que propician las actividades y fuentes de la contaminación o degradación. Una de las fuerzas motrices más importantes es el crecimiento poblacional. También hacen parte de estos factores el modelo de desarrollo económico y tecnológico, los patrones de consumo, la distribución del ingreso, el nivel de escolaridad y los niveles de empleo. La fuerza motriz se acerca mucho al “determinante estructural” de la OMS.

En el estudio mencionado se evidenció que un 32,3 % de las madres de los niños tenían secundaria completa como máximo nivel educativo, sin diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de más y menos expuestos. Esta cifra fue similar a la evidenciada en la Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2007 que es de 34,6 % (Ministerio de Protección Social, 2009). En cuanto a desempleo, el 40,8 % de las madres fueron trabajadoras independientes o informales, sin diferencia estadísticamente significativa entre los más y menos expuestas. En la ENS esta proporción es inferior al 3,0 %, es decir, que sí existían unas condiciones de vulnerabilidad social en los hogares de las localidades estudiadas.

La fuerza motriz señaló que en estas localidades existían condiciones de pobreza, exclusión social y políticas deficientes por parte de la autoridad sanitaria y ambiental para ejercer regulación. En los resultados se resaltó que es más frecuente la condición de vivir en apartamento en las personas menos expuestas (59,5 %) frente a las de mayor exposición (47,0 %) con diferencia estadísticamente significativa. Así mismo, fue más frecuente (19,7 %) vivir en cuartos en las personas más expuestas a la contaminación del aire en comparación con las menos expuestas (5,3 %). Este diferencial entre más expuestos y menos expuestos se manifestó también en la mayor cercanía a tráfico pesado o mediano en la población más expuesta a contaminación del aire por material particulado.

Si bien las localidades de Puente Aranda, Kennedy y Fontibón han sido declaradas como localidades fuente de alta emisión de PM, se observó claramente que existen diferenciales al interior de estas entre las zonas industriales y las residenciales con modelos de producción diferente (Hernández-Flórez *et al.*, 2013).

## Presión

La fuerza motriz determina unas presiones que se refieren a la ocupación y explotación del ambiente, al crecimiento urbano y la producción industrial, que son fuentes de contaminación o de degradación ambiental. Incluyen el comportamiento del conjunto de actividades económicas y de la producción industrial.

En la localidad de Puente Aranda el suelo era predominantemente industrial y en 2007 se contaban cerca de tres mil instalaciones industriales. Así mismo, se contaba en ese momento con la zona petroquímica y actividades de servicio automotor como estaciones de servicio, talleres,

servitecas y almacenes de repuestos. En esta localidad se detectó gran presencia de trabajadores informales dedicados al expendio, manejo y procesamiento de alimentos, actividades económicas relacionadas con la industria de la madera, zapaterías, lavanderías y talleres. Situación similar ocurrió en la localidad de Kennedy, donde se encontraban ubicadas industrias de pequeña y mediana economía con predominio de microempresas relacionadas con solventes industriales y las industrias de baterías, pegantes y tinturas. Muchas de estas medianas y pequeñas industrias utilizaban combustibles no limpios y chimeneas. En los resultados de la investigación se evidenció que un 59,3% de las viviendas está a menos de 100 metros de chimeneas, con diferencia estadísticamente significativa entre expuestos y no expuestos (69,8% vs. 48,4%,  $p < 0,05$ ).

La alta frecuencia de informalidad se observó también en los resultados en los que se señala como factor de riesgo para síntomas respiratorios la existencia de una fábrica o negocio dentro de la casa (IRR: 1,70; IC95: 1,096-2,64). Se señala aquí también la cercanía a vías de alto y mediano flujo vehicular, la cual fue más alta significativamente en la zona de mayor exposición frente a la menor expuesta a tráfico pesado (49,8% vs. 23,7%). El tráfico pesado (OR: 1,66; IC95: 1,22-2,27) y la existencia de viviendas a menos de 100 metros de chimeneas (OR 2,26; IC95: 1,24-4,14) se evidenciaron como factores posiblemente asociados a la frecuencia de ataques de sibilancias por parte de los niños.

## Estado

Las presiones originan un “estado” o niveles ambientales de contaminantes, ya sea por factores físicos, químicos y biológicos, o por los asociados a actividades humanas o riesgos antrópicos. En los resultados presentados se evidenció que los niveles ambientales de contaminación del aire medidos por material particulado fueron mayores en las localidades de Puente Aranda y le siguieron las localidades de Kennedy y Fontibón.

Las tres localidades presentaron altos niveles de contaminación que superaron la norma de calidad de aire para  $PM_{10}$  según la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de la Secretaría de Ambiente; sin embargo fue mayor la contaminación en Puente Aranda ( $98,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; IC 95: 95,22-102,16) y Kennedy ( $98,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; IC 95: 95,25-101,55) que en la localidad de Fontibón ( $87,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; IC 95: 84,97-89,86).

## Exposición

Se refiere a la relación directa entre las personas y la contaminación ambiental. Se tuvieron en cuenta tres categorías de exposición: la ambiental, medida por la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de la Secretaría de Ambiente, la cual fue incluida en el factor “estado”, y las exposiciones extramuros-poblacional y la intramuros-personal. Si bien no se utilizaron medidores personales, la utilización del *low-vol* dentro de los jardines se asimiló a una exposición personal.

La tabla 2 muestra que en 2007 los promedios de exposición personal y poblacional no fueron estadísticamente diferentes en los jardines de mayor exposición y, en el caso del jardín infantil menos expuesto, las mediciones personales superaron las poblacionales.

**Tabla 2.** Promedios de exposiciones en jardines, Bogotá 2007

Localidad	Jardín	Tipo exposición	Media	IC95 % inferior	IC95 % superior
Puente Aranda	Menor exposición	Personal	61,8	55,7	67,9
		Poblacional	50,1	44,9	55,4
	Mayor exposición	Personal	85,6	77,3	93,9
		Poblacional	91	77,4	104,6
		Ambiental	95,1	88,7	101,5
Fontibón	Mayor exposición	Poblacional	69,1	56,6	72,6
		Ambiental	104	98,9	109

Fuente: Hospitales del Sur y de Fontibón.

También se evidenció exposición al humo de cigarrillo. La prevalencia de personas que fuman y que conviven con niños fue del 41,0%, siendo mayor significativamente en los niños más expuestos con respecto a los menos expuestos (47,9% vs. 33,9%). En la investigación también se evidenciaron las siguientes exposiciones con significancia estadística en el análisis multivariado:

1. Exposición a  $MP_{10}$ .
2. Personas fumadoras que viven con el niño.

3. Edificaciones o vías en construcción a menos de 100 metros de la vivienda.
4. Tipo de tráfico pesado-mediano.
5. Fábrica o negocio dentro de la vivienda.
6. Colecho.

### Efectos en salud

Se refiere a los desenlaces o eventos de morbilidad sentida o atendida. Se evidenciaron los siguientes efectos en salud:

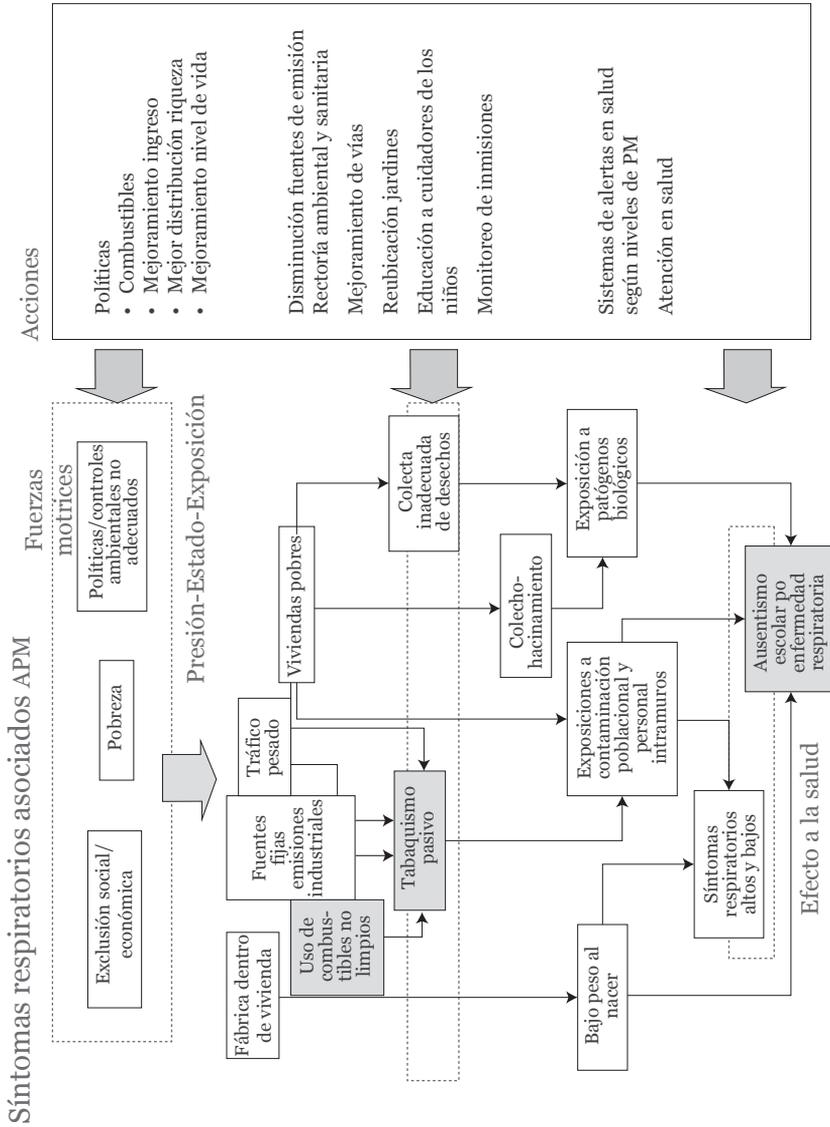
- ▶ Síntomas respiratorios altos: mocos, nariz tapada, irritación ocular.
- ▶ Síntomas respiratorios bajos: tos con expectoración, silbidos, ahogo.
- ▶ Ausentismo escolar por enfermedad respiratoria.
- ▶ Síntomas generales: fiebre.

Para el modelo de Corvalan las exposiciones constituyen “factores de riesgo” que causan unos desenlaces o eventos en salud y que se pueden representar conforme se puede apreciar en la figura 9.

### Acciones

En el modelo de fuerzas motrices las acciones se dan en cada nivel de la cadena causal y tienen más un enfoque de gestión de riesgos, lo cual implica que mediante algunas estrategias se eliminan o controlan las actividades contaminantes. Es así que para el factor fuerzas motrices la intervención o acción va orientada hacia la política pública, por ejemplo en mejoramiento de calidad de vida, la distribución del ingreso o las políticas relacionadas con la calidad de combustibles, los combustibles alternativos como etanol o energía eléctrica, la tecnología de vehículos (menos contaminantes), la demanda o consumo de transporte movido por derivados del petróleo, o políticas relacionadas con un esquema socioeconómico que permita más fácilmente el uso de estrategias enfocadas a la reducción de la producción de material particulado.

Para el factor presión se puede pensar en acciones enfocadas a aliviar la carga que se produce sobre los ecosistemas, lo cual se puede lograr por medio del aumento de espacios verdes en las ciudades, un mayor número de árboles por habitante, el uso de techos o paredes verdes, o una mejor planeación de los espacios en la ciudad. También las acciones orientadas a



**Figura 9.** Modelo de Corvalan.  
Fuente: elaboración propia a partir de Corvalan.

evitar la producción de PM alivian la presión que este puede llegar a ejercer sobre el ambiente una vez es producido.

Con respecto al Estado hay acciones que ya están en marcha como un sistema de vigilancia de la calidad del aire en la ciudad y de los efectos en salud, relacionado con un sistema de alertas a la población en relación con la concentración del PM. Las acciones derivadas de las alertas con este sistema de vigilancia, enfocadas a disminuir la concentración de PM en el aire, también hacen parte de posibles acciones.

En la exposición se incluye la disminución de las fuentes de emisión, la reubicación de los jardines infantiles y el mejoramiento de las vías y movilidad. A nivel de las exposiciones poblacionales y personales, así como para los eventos en salud, se pueden establecer acciones como los sistemas de alerta ambiental y sanitaria, y la educación en salud. También se incluye la atención de los servicios de salud.

Cabe señalar, por lo visto hasta ahora, que la metodología de fuerzas motrices es una herramienta adecuada para problematizar la relación entre ambiente y salud, lo que permite una mejor problematización, entendida esta como la identificación de los determinantes sociales y ambientales a nivel, así como las posibilidades de respuesta ciudadana e institucional, que supera la sola noción de exposición-enfermedad que ha predominado en los estudios de contaminación de aire y salud.

## Referencias

- Arciniegas, A., Rodríguez, C. *et al.* (2006). Estudio de la morbilidad en niños menores a cinco años por enfermedad respiratoria aguda y su relación con la concentración de partículas en una zona industrial de la ciudad de Bogotá. *Acta Nova*, 3(2), 145-154.
- Aristizábal, G. (1997). *Contaminación del aire y enfermedad respiratoria en la población infantil de Puente Aranda*. Bogotá: Universidad del Bosque, Secretaría de Salud del Distrito.
- Anjaneyulu, Y., Jayakumar, I., *et al.* (2005). Use of multi-objective air pollution monitoring sites and online air pollution monitoring system for total health risk assessment in Hyderabad, India. *Int J Environ Res Public Health*, 2(2) 343-354.
- Ballester, F, Tenías, J. M., y Pérez, S. (1999). Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: una introducción. *Rev Española de Salud Pública*, 73(2), 1-16.

- Ballester, F., Saez, M., *et al.* (2005). El proyecto EMECAS: protocolo del estudio multicéntrico en España de los efectos a corto plazo de la contaminación, atmosférica sobre la salud. *Rev Esp Salud Pública*, 79(2), 229-242.
- Corvalan, C. F., Kjellstrom, T., y Smith, K. R. (1999). Health, environment and sustainable development: identifying links and indicators to promote action. *Epidemiology*, 10(5), 656-660.
- EPA. (2005). *Particulate matter health risk assessment for selected urban areas*, EPA 452/R-05-007A, december 2005.
- Gauderman, W.J. (2006). Air pollution and children. An unhealthy mix. *N Engl J Med*, 355(1), 78-79.
- Guilliland, F., Berhane, K., *et al.* (2001). The effects of ambient air pollution on school absenteeism, due to respiratory illnesses. *Epidemiology*, 12(1) 43-53.
- Harrison, R. M., y Yin, J. (2000). Particulate matter in the atmosphere: which particle properties are important for its effects on health? *The Science of the Total Environment*, 249, 85-101.
- Hernández-Cadena, L., Téllez, M. M. *et al.* (2000). Relación entre consultas a urgencias por enfermedad respiratoria y contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Salud Pública de México*, 42(4), 288-297.
- Hernández-Flórez, L. J., Aristizábal, G., *et al.* (2013). Contaminación del aire y enfermedad respiratoria en menores de cinco años de Bogotá, 2007. *Revista de Salud Pública*, 15(4), 552-565.
- Hertz-Picciotto. (1998). Environmental epidemiology. En K. J. Rothman (Ed.). *Modern Epidemiology*. Filadelfia: Lippincott Williams and Wilkins.
- Kim, I. (2004). Ambient air pollution: health hazards to children. *Pediatrics*, 114, 1699-1707.
- Ministerio de la Protección Social. (2009). *Encuesta Nacional de Salud, ENS 2007*. Bogotá: Javegraf.
- Nascimento, L. F. C., Módolo, M. C. C., y Carvalho, Jr. J.A. (2004). Atmospheric pollution effects on childhood health: an environmental study in the Paraíba Valley. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, 4, 367-374.
- OMS. (2006). Guías de calidad de aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. Ginebra.
- Pope, A., Dockery, D. (2006). Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 56, 709-710.

- Sarnat, J. A., y Brown, W. K. (2005). Ambient gas concentrations and personal particulate matter sources. *Epidemiology*, 16(3), 385-340.
- Secretaría Distrital de Salud. (2004). *Guía ERA*. Bogotá: SDS.
- Solarte, I., Caicedo, A., et al. (1999). *Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria en niños menores de 14 años en Bogotá*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Ward, D. L., y Ayres, I. G. (2004). Particulate air pollution and panel studies in children: a systematic review. *Occup Environ Med*, 61(e 13), 1-12.

# 6

## Del determinismo ambiental a la conciencia humana ambiental

MARÍA TERESA OCHOA MANJARRÉS\*

Desde la antigua Grecia, con el surgimiento del pensamiento científico, se dio inicio al estudio de la naturaleza como norma razonable y al estudio de la etiología como explicación de las causas de los hechos en oposición al azar o a la influencia de la divinidad lo que dio origen a lo que, posteriormente, se ha llamado el determinismo ambiental<sup>1</sup>. En la obra *Aires, aguas y lugares*, Hipócrates hace una exposición de la influencia del ambiente en la salud, la enfermedad y el carácter de los poblados y sus pobladores. Quienes estudian la medicina hipocrática afirman que tanto en su teoría como en su práctica se presta una especial atención a las condiciones del enfermo y a todo el universo cósmico que lo rodea.

El pensamiento hipocrático ha influido a lo largo de los siglos en un amplio espectro de la cultura occidental con manifestaciones en la medicina, la ciencia, la filosofía, la estética, la pintura y hasta en la jardinería. La naturaleza como determinante de la salud y especialmente como determinante de la enfermedad, ha llevado a la civilización a buscar en su dominio el control de esta. Este pensamiento ambiental presente en los griegos, tuvo un resurgimiento entre los siglos XVII y XVIII con un reconocimiento de la influencia de las fuerzas ambientales en la sociedad y de los cambios ambientales relacionados con la acción humana. A partir de los postulados de Rousseau y Peter Frank se inició la formulación moderna de la relación

---

\* Nutricionista, estudiante del doctorado en Salud Pública de la Universidad Nacional de Colombia. Correo electrónico: mtochoam@unal.edu.co

1 Determinismo ambiental en el que el medio físico (clima y geografía) definen tanto al hombre como a la sociedad y las relaciones entre ambos. El determinismo ambiental ve a la naturaleza y la cultura como entidades separadas, relación en la que la naturaleza moldea al individuo y a la sociedad.

entre condiciones de vida y salud, trasladando de la naturaleza a las personas la responsabilidad de enfermar. “Para Rousseau, la enfermedad era una responsabilidad humana derivada de la transformación de la naturaleza y de la ruptura del equilibrio social” (Martínez, 1998).

El surgimiento de una conciencia ambiental actual está relacionado con la emergencia de cambios de carácter global como el cambio climático, la acidificación de los mares, la escasez de agua dulce y la pérdida de biodiversidad. Aplicando la comprensión que hace Rousseau y tomando las evidencias que suministra la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EEM, 2005), la acción humana no solo es responsable de la enfermedad humana, sino también de daños severos en la salud de los ecosistemas<sup>2</sup> con impactos aún desconocidos y de carácter global.

La explotación técnica que hoy se hace de los ecosistemas no tiene precedentes históricos, como tampoco la modificación artificial que hacemos de ellos. Los cambios ecológicos son tan planificados y extensos que se desconoce la magnitud de los daños y la condición de irreversibilidad<sup>3</sup> de algunos de estos, así como los cambios sociales de una superpoblación globalizada, con un modelo económico de consumismo y una desigualdad tanto entre los países como dentro de ellos. Es necesaria la emergencia de una conciencia humana ambiental por motivos de salud y vida, en la comprensión más amplia de estos dos términos, de tal manera que sea posible superar posturas tradicionales desde el antropocentrismo o el ecologismo, para hablar de una cultura de la vida que se expresa en la salud del ambiente<sup>4</sup> (naturaleza y cultura). El *continuo* que representa la vida

---

2 “Todas las personas del mundo dependen por completo de los ecosistemas de la Tierra y de los servicios que estos proporcionan, como los alimentos, el agua, la gestión de las enfermedades, la regulación del clima, la satisfacción espiritual y el placer estético. En los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas más rápida y extensamente que en ningún otro periodo de tiempo de la historia humana con el que se pueda comparar, en gran medida para resolver rápidamente las demandas crecientes de alimentos, agua dulce, madera, fibra y combustibles” (EEM, 2005, p. 5).

3 Al presentar los principales problemas identificados en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, el panel de expertos señala: “[...] Se ha establecido, aunque los datos son incompletos, que los cambios que se han hecho en los ecosistemas están aumentando la probabilidad de cambios no lineales en estos (incluidos cambios acelerados, abruptos y potencialmente irreversibles), que tienen consecuencias para el bienestar humano” (EEM, 2005, p. 5).

4 Como lo recoge el profesor Gregorio Mesa en la publicación *Derechos ambientales en perspectiva de integralidad*, Rodas Monsalve plantea la necesidad de concretar el con-

en el planeta, donde la vida humana es una parte de ella con la capacidad de influir y ser influida por esas otras formas de vida, debe orientar las transformaciones culturales que son necesarias. Promover una conciencia humana ambiental desde la salud pública es dar significado a las interrelaciones e intercambios de vida que se dan entre cultura y naturaleza.

Para el surgimiento de la vida en la Tierra, fue necesario un proceso de millones de años en estabilización del contenido de gases en la atmósfera, y su dinámica está dada por el almacenamiento, uso, transformación, movimiento y reutilización de estos elementos en el sistema Tierra (litosfera, hidrosfera, biosfera, atmósfera y rizosfera). La emisión de gases efecto invernadero, la deforestación y las actividades industriales tiene efectos como los señalados por la EEM: “desde 1750, la concentración de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en la atmósfera ha aumentado alrededor de un 32%, y aproximadamente el 60% de ese aumento ha tenido lugar desde 1959” (EEM, 2005, p. 7). Las emisiones continuas de  $\text{CO}_2$  y otros gases efecto invernadero causarán una mayor acumulación con el potencial de producir nuevos cambios en todos los componentes del sistema climático, afirma el informe de Quinto Informe de Evaluación del IPCC, 2013.

En los ecosistemas, los intercambios de nutrientes entre los organismos y su medio constituyen un vínculo de miles de millones de años de evolución que entramaron una diversidad de interdependencias. Así como lo señala Fritjof Capra (1996), todos los miembros de una comunidad ecológica se encuentran interconectados en una vasta red de relaciones, a la cual llama trama de la vida. En la integridad de estos entramados e interdependencias se fundamenta el potencial de salud y bienestar de todas las formas de vida. La extracción de materias primas de los ecosistemas tiene una complejidad de impactos que no ha sido estudiada<sup>5</sup>. Lo que hoy se conoce ha sido estudiado dependiendo del tipo de actividad industrial, las fuentes de contaminación, los contaminantes y las perturbaciones ecológicas en el

---

cepto y uso del término *ambiente*. El ambiente se puede entender como el conjunto de biodiversas interrelaciones dinámicas entre los elementos abióticos, bióticos y antrópicos, en los cuales este último tiene una capacidad mayor. Y siguiendo a González el ambiente se definiría como la forma de representarnos el resultado de las interacciones entre el sistema biofísico y cultural que ha implicado históricamente diferentes tipos de configuración estructural del aparato social humano, configuración que se expresa inclusive espacialmente. Así cada cultura crea su ambiente (Mesa, 2013).

5 Los recursos marinos eran un ejemplo de recursos renovable, hoy su agotamiento relativo para algunas especies pone en riesgo la dinámica del ecosistema marino y la seguridad alimentaria de familias de pescadores artesanales.

medio receptor que en ocasiones incluye afectación de aéreas de reproducción y crecimiento de diversas especies. Los procesos productivos orientados por una lógica de producción masiva de bienes de corta duración tienen impactos negativos en los ecosistemas relacionados con largos procesos de degradación, un ejemplo de ello son los plásticos sintetizados.

El conocimiento actual desde la ecología como ciencia identifica que las relaciones entre los integrantes de una comunidad ecológica son no-lineales e incluyen múltiples enlaces de retroalimentación (Reynolds, 2002). Las cadenas lineales de causa-efecto se dan muy raramente en los ecosistemas. De este modo, cualquier perturbación no tendrá un único efecto, sino que sus consecuencias repercutirán en flujos y procesos en constante expansión. Estas perturbaciones incluso llegan a tener amplificación de sus efectos debido a las múltiples y complejas relaciones de retroalimentación independientes capaces de llegar a ocultar la fuente original de la perturbación.

Esta no linealidad de las relaciones ecológicas, debería limitar la imprudencia. Con frecuencia los estudios que soportan las licencias de producción de sustancias químicas son considerados insuficientes. Jorge Riechmann (2003) en el libro *Tiempo para la vida*, afirma:

que no hay proporción entre la velocidad con que introducimos en la biosfera sustancias químicas de síntesis, u organismos transgénicos, y la velocidad con la que evaluamos los posibles daños que pueden causar. Europa es el máximo productor mundial de sustancias químicas y la Agencia Europea del Medio Ambiente reconoce que hay deficiencias en el conocimiento de la toxicidad de las sustancias químicas y las evaluaciones de riesgo tienen datos insuficientes. [...] La OMS ha empleado veinte años –1976 a 1996– para evaluar doscientas sustancias; la OCDE ha necesitado diez años para realizar evaluación inicial a 109 sustancias. Sencillamente no hay recursos suficientes –tiempo y dinero– para evaluar ni siquiera una fracción de las sustancias químicas que comercializamos cada año (p. 24).

Las acciones humanas están teniendo efectos letales y subletales en diferentes formas de vida en los ecosistemas por renunciar a valorar los efectos y por sesgar el conocimiento a las relaciones causa-efecto.

Los procesos humanos han sido diseñados lineales y los procesos biológicos son cíclicos. Las actividades humanas tienen impactos en el ambiente (naturaleza y cultura) con un alcance geográfico más amplio y con una temporalidad variable, por tanto, no es adecuado considerar que su influencia puede ser compensada con ciertas medidas de alertas, distribu-

ción de ayudas, subsidios o avances tecnológicos que persigan el reemplazo de procesos ecológicos complejos e incomprensidos aún. Los efectos de las perturbaciones ocasionadas por la actividad humana se manifiestan en la salud de las poblaciones tanto humanas como no humanas<sup>6</sup>.

Una de las actividades humanas más extendidas y antiguas surgió en el neolítico, la agricultura. Una actividad humana presente en la Tierra desde hace más de 8000 años como forma principal de subsistencia. Desde la domesticación de plantas y animales los seres humanos han transformado el ecosistema a menudo con consecuencias trascendentales y nefastas para la vida silvestre nativa<sup>7</sup>. La producción de alimentos surgió como una experiencia humana de interacción con la naturaleza para sobrevivir. Hoy, la agricultura se realiza mayoritariamente a través de redes llamadas *Sistemas Globales Agroalimentarios* que consideran a los campesinos y trabajadores rurales como premodernos, por tanto, son marginados de la producción industrial de alimentos que se centra en una “dieta posmoderna” (Friedmann, 1987) referida a una alimentación de altos ingresos que incluye productos exclusivos, alto consumo de frutas y vegetales en toda estación. Las corporaciones vinculan a los campesinos suministrándoles los insumos y comprando las cosechas, subordinando así la agricultura a los esquemas industriales de paquetes tecnológicos, semillas transgénicas y uso intensivo de agroquímicos. Esta producción de alimentos empobrece a los campesinos profundiza los problemas de salud de la población rural, degrada los ecosistemas por sobreexplotación de los suelos, contamina las aguas y promueve la ampliación de la frontera agrícola con la correspondiente tala de bosques y deforestación.

La producción agrícola industrial (agricultura y pecuaria) es intensiva en el uso de sustancias químicas (fertilizantes, plaguicidas, antibióticos, etc), lo cual afecta los ciclos naturales de elementos como nitrógeno, carbono, fósforo y agua. Las actividades humanas que se realizan en los continentes, finalmente depositan sus “contaminantes” en los ríos y el mar, por lo que es necesario un uso prudente y responsable de sustancias químicas

---

6 El informe del Banco Mundial, *Bajemos la Temperatura 2015*, señala: probablemente entre el 20 % y el 30 % de las especies de plantas y animales evaluadas a la fecha se encontrará en mayor peligro de extinción si el aumento de la temperatura promedio mundial supera los 2°C-3°C respecto de los niveles de la era preindustrial.

7 Investigaciones de diversas disciplinas identifican en las perturbaciones de los ecosistemas la principal razón para las migraciones humanas, hecho que se ha dado desde las civilizaciones ancestrales.

en su amplia gama de presentaciones. También se conocen los efectos del uso de antibióticos en la producción animal bien sea por la necesidad de tratamientos desde el punto de vista sanitario o con la motivación de incrementar la rentabilidad económica con el uso de estos medicamentos como promotores de crecimiento de algunas especies. Están documentados los resultados que incluyen cepas bacterianas multiresistentes y la presencia de residuos y contaminantes en subproductos de origen animal destinados al consumo humano y la persistencia de residuos en el medio ecológico. Al respecto, la profesora Olga Gimeno, de la Universidad de Zaragoza, señala:

se ha detectado que la persistencia en el medio ambiente de residuos de antibióticos o de microorganismos saprófitos (viven permanentemente en el medio) capaces de resistir a la mayoría de los antibióticos como consecuencia de un contacto permanente con ellos y que jugaran un papel clave como transmisores de la resistencia a microorganismos patógenos en los que la actividad de los antibióticos es un aspecto clave (Gimeno y Ortega, 2005, p. 1).

Estas prácticas han llevado a la propagación de la resistencia a antibióticos en cepas aisladas en alimentos, lo que representa un problema potencial de salud pública tanto de humanos como de animales.

La salud de todas las formas de vida expresan un vínculo entre comunidades ecológicas y poblaciones humanas. La producción de energía, los intercambios de nutrientes y los procesos metabólicos complejos, continuos y muy organizados son comunes desde una compleja unidad —que es la célula—, hasta los organismos más evolucionados. En todos estos procesos, la salud circula en una interacción de intrincadas redes de vida; en el reconocimiento de un origen común y en la historia de los efectos en esa salud es posible identificar en poblaciones humanas los impactos de las perturbaciones de origen natural y antrópico. La escasez de alimentos, las hambrunas, la propagación de enfermedades infecciosas, así como las migraciones y conflictos por territorios, bienes y servicios de la naturaleza, son algunas de las manifestaciones de fenómenos climáticos a lo largo de miles de años en poblaciones humanas.

Pero la historia se sigue escribiendo, y en la actualidad, específicamente en lo relacionado con el “sistema climático”, son apreciables los cambios en la temperatura global. De acuerdo con el profesor Hans Joachim Schellnuber, director del Instituto de Investigación de Efectos Climáticos de Potsdam, Alemania, hace unos 11.000 años el clima de la Tierra se estabilizó y fue posible la Revolución Neolítica, porque el Homo Sapiens se estaba asentando. Existe un consenso en que la interferencia

humana es, con una probabilidad superior al 95 %, la causa dominante de este cambio en el comportamiento de la atmósfera debido a la quema de combustibles de origen fósil. Al principio fue el carbón, luego el petróleo y el gas natural. Las emisiones que se producen desde la revolución industrial han transformado la estabilidad que la atmósfera había alcanzado en los últimos 800.000 años (Schellnuber, 2012).

Uno de los cambios ambientales globales es el cambio climático. Con el tiempo y con la ayuda de la ciencia moderna, se han ido conociendo algunos impactos en la temperatura terrestre, la temperatura de la atmósfera y la temperatura de los océanos. Hoy los científicos que lo estudian creen tener una visión más coherente de los cambios de la temperatura global, del deshielo de casquetes polares y glaciares, de los efectos del aumento de la temperatura oceánica sobre los ecosistemas marinos, y de cambios en los ecosistemas terrestres. Hoy se trabaja básicamente en la conceptualización y uso de dos estrategias: la adaptación y la mitigación<sup>8</sup>, lo cual es muy cuestionable. El cambio climático no es un riesgo individual, es una amenaza para las poblaciones enteras. Los esfuerzos para la mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero no parecen pasar de los acuerdos, en cambio se intensifica en la exigencia de búsqueda de capacidades de adaptación. Evitar el cambio climático de origen antrópico es necesario para mantener y mejorar la salud de las especies, restaurar los ecosistemas que sustentan la vida en la Tierra y la estabilidad de las sociedades humanas.

La existencia de la especie humana se deriva de las relaciones e interacciones mantenidas y evolucionadas por los ecosistemas, y es necesaria una comprensión del lenguaje de la naturaleza: las relaciones. Comprender las relaciones que soportan la salud, permite aproximarse a una nueva forma de interactuar con la naturaleza, en la que la acción del ser humano, más exactamente la aplicación consciente de sus conocimientos y de su capacidad para conservar la salud y el equilibrio social (que evidentemente requiere de múltiples visiones de conocimiento) interpretan el trasfondo de la salud pública desde una perspectiva ambiental y que puede ser llamada *conciencia humana ambiental*. Una comprensión en la que la cultu-

---

8 El Grupo de Expertos del Instituto de Investigación de Efectos Climáticos de Potsdam señala en el informe *Bajemos la Temperatura*: “Dada la incertidumbre respecto de la capacidad de adaptación en un entorno de impactos sin precedentes a partir del cambio climático, el informe sirve también como un llamado para seguir aplicando medidas de mitigación como el mejor seguro frente a un futuro incierto”.

ra no se siente superior y quiere convertir a la naturaleza en cultura, sino convivir en salud con ella.

En los ecosistemas, la complejidad de su red es consecuencia de su diversidad y en los seres humanos, la diversidad cultural amplía su capacidad de interacción con la naturaleza. Cuanto más compleja sea la red, más grande será la complejidad de su patrón de interconexiones y en consecuencia mayor será su resistencia. Por tanto, una comunidad diversa es una comunidad resistente. En comunidades humanas la diversidad puede significar distintos tipos de relaciones, distintos modos de enfrentarse al mismo problema. Una comunidad humana diversa es una comunidad resistente, capaz de adaptarse a situaciones cambiantes (McMichael, 2002).

Uno de los retos para la salud pública y las ciencias de la salud es actuar más en el mundo de la vida y la salud, cuando la tradición más fuerte es actuar en la enfermedad. Las amenazas a la vida por parte del modelo de desarrollo imperante hacen visibles las conexiones de las necesidades vitales humanas con las de las plantas y otros animales. El ser humano, como ser de la naturaleza y vulnerable, es parte de un todo natural amenazado. En el mundo de la vida y la salud es posible la construcción de diferentes formas de relaciones sociales en espacios y contextos locales, que incluyen desde la vida cotidiana hasta el más innovador horizonte de sentido para la existencia humana.

Con el despertar de una conciencia humana ambiental, los conflictos ambientales no serán vistos como simples confrontaciones de intereses económicos en los que se asigna valor a la naturaleza o a los “daños” a poblaciones que se rotulan como vulnerables. El elemento del conflicto puede tener efectos de irreversibilidad. Los conflictos ambientales tienen un significado en la carencia de conocimiento de las relaciones del *continuo* de la vida que se expresa en la salud. Los profesionales de las ciencias de la salud poseen un conocimiento específico de los resultados de la imprudencia, desconocimiento, excesos y limitaciones humanas.

Aprender a ver la salud en el ambiente (naturaleza y cultura) como un proceso de derroche de energía en interacción con otras vidas en el que la riqueza está en la habilidad, la percepción, el movimiento y la diversidad, puede ser una alternativa para la comprensión y acción ante los “cambios ambientales globales” que incluyen el cambio climático, la escasez de agua dulce, la pérdida de biodiversidad y el agotamiento de los peces en el océano. Todas son manifestaciones de pérdida de salud y vitalidad de las especies por debilitamiento de las redes de soporte a la vida en la Tierra.

La asociación entre la salud de los ecosistemas y la salud humana, debe ser comprendida por el público para que pueda actuar en su cuidado y conservación. La comprensión pública de las relaciones del continuo de la vida es necesaria para la protección de esta, esto es salud pública, y trabajar por esa comprensión es un papel fundamental de la promoción de la salud.

Desde la salud pública es posible integrar los objetivos de la conservación a partir de consideraciones de salud. Como lo señalan algunos expertos, la pobreza no puede ser reducida mientras la degradación ambiental (naturaleza y cultura) agrava la desnutrición, las enfermedades y la discapacidad. Se proyecta que para 2050 la población de seres humanos incrementará a 9000 millones de habitantes, y por tanto, las demandas de alimentos, agua y hábitat crecerán ampliando la presión sobre los ecosistemas.

La producción de alimentos requiere de la conservación de la fertilidad de los suelos, de la estabilidad climática, el suministro de agua dulce y de la acción de los polinizadores naturales (apoyo ecológico). El Instituto de Potsdam para la investigación del Cambio Climático<sup>9</sup> señala en su informe: “las observaciones y el análisis indican que la producción y los precios de los alimentos son bastante vulnerables a las consecuencias del cambio climático” (Instituto de Postdam, 2012, p. 7). Parte de los problemas que se deben enfrentar se explican por los pronósticos de inundaciones, la menor disponibilidad de nutrientes en el suelo (por ejemplo, fósforo) y la presencia de enfermedades, plagas y malezas.

Aunque las proyecciones se hacen a partir de simulaciones, estudios publicados desde 2007 identifican una reducción en los rendimientos de cultivos de cereales como maíz (3,8 %) y trigo (5,5 %) debido a variabilidad climática. Al incrementar la temperatura los rendimientos (kilos por hectárea) de los cultivos se verán más afectados. Hay proyecciones de reducción de los rendimientos en frijol soja entre el 15 % y el 30 %. Aunque queda la opción de innovaciones tecnológicas para lograr cultivos más resistentes a las sequías y altas temperaturas, es incierto tanto el logro de

---

9 El Instituto de Potsdam para la Investigación del Cambio Climático elaboró el informe para el Banco Mundial en 2012, titulado *Bajemos la temperatura: por qué se debe evitar un planeta 4°C más cálido*. Este instituto forma parte del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Para acceder a sus informes, ver [www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data](http://www.ipcc.ch/publications_and_data). El informe se encuentra en [http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2013/03/26/000333037\\_20130326142304/Rendered/PDF/632190WPOTurno000Box374367BOOPUBLICO.pdf](http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2013/03/26/000333037_20130326142304/Rendered/PDF/632190WPOTurno000Box374367BOOPUBLICO.pdf)

estas variedades, como el acceso a estas por todos los agricultores (Instituto de Potsdam, 2012).

La historia humana también ha estado escrita por las epidemias y los desplazamientos humanos como un mecanismo de su expansión. Las enfermedades infecciosas no pueden ser estabilizadas en circunstancias de inestabilidad climática y migraciones de refugiados y empobrecidos. En épocas recientes, las medidas sanitarias han sido eficaces en el control de endemias y pandemias, pero enfrentan grandes retos por la inestabilidad climática, la expansión de centros de comercio, el crecimiento de las grandes urbes, la movilidad de poblaciones y un calentamiento global medio de 0,8 °C comparado con temperaturas preindustriales que seguirá en aumento, a menos que se tomen las medidas para evitarlo. El incremento en la temperatura de los ecosistemas terrestres amplía el hábitat de vectores, reservorios y patógenos, intensifica algunos contaminantes atmosféricos y la concentración de alérgenos (McMichael, 2001), las olas extremas de calor incrementan la morbilidad y mortalidad por enfermedades cardiovasculares y las inundaciones afectarán a millones de personas.

El acceso al agua históricamente fue una propiedad común que ilustra los beneficios del disfrute de una riqueza natural. En la actualidad y de acuerdo con la *Declaración Europea por una Nueva Cultura del Agua* (2005) –firmada por cien científicos de diferentes países–:

más de 1100 millones de personas no tiene garantizado el acceso a aguas potables y 2400 millones no disponen de servicios básicos de saneamiento. Por otro lado, la salud de los ecosistemas acuáticos, de forma generalizada, se ve gravemente degradada, en muchas ocasiones de forma irreversible. Son las dos caras de una crisis de insostenibilidad social y ambiental que está suscitando crecientes conflictos sociales y políticos en el mundo.

Reportes de estudios de la degradación de los ríos, fuentes, lagos y acuíferos donde las poblaciones humanas se han abastecido frecuentemente concluyen que los problemas de los ecosistemas acuáticos están acentuando el hambre de las poblaciones (Arrojo, 2006). La agricultura es el principal consumidor de agua en el mundo, su posible escasez pone en riesgo la capacidad de las poblaciones humanas para satisfacer su necesidad de consumo de agua y la producción de sus alimentos, además de otros usos como la producción de energía. Pero el agua debe ser considerada como fundamental para la supervivencia de todas las formas de vida.

La salud de las poblaciones orienta la relación a establecer entre la cultura (humanos) y la naturaleza (ecosistemas), en la que la interdepen-

dencia es generadora de riqueza a través del sostén de todas las formas de vida. La naturaleza no es un almacén de recursos, es el origen y es esencial para la vida.

En la salud pública está la oportunidad de buscar la influencia política para garantizar la promoción de la salud del ambiente (naturaleza y cultura) a través de la comprensión del público, el seguimiento y la vigilancia de los efectos en los “cambios ambientales globales”, proponiendo y defendiendo acciones locales de conservación; la conservación en esa concepción tradicional de “usar y dejar bueno” a partir de tener la claridad de que su valor principal es el disfrute de la salud y la vida en el largo plazo, encontrando alternativas a los patrones culturales que privilegian la acumulación material, las desigualdades en acceso a medios de vida, la injusticia y la exclusión. La salud no es un artículo de consumo<sup>10</sup>, la salud de las poblaciones es una red de interacciones y relaciones entre la cultura y la naturaleza. Por tanto, la cultura debe aportar las razones para la existencia de la vida.

Al empezar a hablar de “crisis ambiental” en los sesenta, surgió el discurso de la sostenibilidad. La sostenibilidad se centra en discusiones para mantener el crecimiento de las economías. Es necesario cambiar el lenguaje para pensar en la sostenibilidad de la salud de las poblaciones (humanas y no humanas) en el largo plazo. Usar y conservar las complejas redes de soporte a la vida en la Tierra, para actuar en procura del bienestar, la salud y la vida. Esta debe ser la esencia de la sostenibilidad. La discusión de Amartya Sen (2000) sobre el papel de la libertad ayuda a ejemplificar este propósito. La libertad como la salud, la libertad de “no estar desnutrido” nos interesa a todos más que la libertad de acumular dinero.

Compartir la salud entre los ecosistemas y los humanos, impone un reto a la promoción de la salud, que debe seguir tratando con las demandas inmediatas que enfrentan las personas, las familias y las comunidades pero debe hacerlo en un horizonte de salud de las poblaciones buscando guiar la toma de decisiones en ámbitos locales, regionales y nacionales haciendo énfasis en los elementos no materiales del bienestar, en el derroche que significa la vida y la salud que no se tranzan en el mercado, pero que

---

10 El profesor Antony McMichael haciendo un análisis de los factores que surgen a partir de la vida diaria y personal, señala que podemos tener la tendencia a considerar la salud, como un artículo de consumo con el que los individuos pueden hacer transacciones a través de su conducta personal y de las elecciones que hagan como consumidores, y del acceso que tengan a los servicios de asistencia sanitaria (McMichael, 2001).

requiere de políticas, patrones, costumbres y comportamientos de conservación del ambiente (naturaleza y cultura), donde la diversidad cultural se refleja en la diversidad ecológica. Donde la salud y la vida son fundamentales para el mayor disfrute de la experiencia humana en la Tierra.

## Referencias

- Arnold, D. (2000). *La naturaleza como problema histórico. El medio, la cultura y la expansión de Europa*. México D. F.: Fondo de Cultura Económica.
- Arrojo, P. (2006). *El reto ético de la nueva cultura del agua*. Barcelona: Paidós.
- Capra, F. (1996). *La trama de la vida. Una perspectiva de los sistemas vivos*. Barcelona: Anagrama.
- Declaración europea por una nueva cultura del agua. (2005). Disponible en <http://www.unizar.es/fnca/ed/finalcastellano.pdf>
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. (2005). *Informe de síntesis*. Disponible en <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.439.aspx.pdf>
- Gadamer, H. G. (2011). *El estado oculto de la salud*. Barcelona: Gedisa.
- Gimeno, O., y Ortega, C. (2005). *Antibióterapia y salud pública veterinaria; desarrollo de microorganismos resistentes, mecanismos de resistencia y estrategias para el uso prudente de antibióticos*. Disponible en [http://www.sapuvetnet.org/antigo/Pdf%20Files/antib\\_portugal.pdf](http://www.sapuvetnet.org/antigo/Pdf%20Files/antib_portugal.pdf)
- Instituto de Potsdam para la Investigación del Cambio Climático. (2012). Informe para el Banco Mundial. *Bajemos la temperatura, porque se debe evitar un planeta 4 °C más cálido*. Nueva York: Banco Mundial.
- Martínez Navarro, J. F., y Maset Campos, P. (1998). Los modelos explicativos del proceso salud-enfermedad: las explicaciones causales. En Martínez Navarro, F., Antó, J.M., Castellanos, PL., Gili, M., Maset, P., Navarro, V. *Salud Pública*. Madrid: McGraw-Hill.
- Friedmann, H. (1987). *The family farm and the international food regimes. Peasants and easants societies*. Oxford: Blackwell.
- McMichael, A. J. (1997). Global environmental change and human health: impact assessment, population vulnerability, research priorities. *Ecosyst Health*, 3, 200-210.
- McMichael, A. J. (2001). La salud y el entorno urbano en un mundo cada vez más globalizado: problemas para los países en desarrollo. *Bulletin of the World Health Organization*, 2000, 78(9), 1117-1126.
- McMichael, A. J. (2002). Population, environment, disease, and survival: past patterns, uncertain futures. *Lancet*, 359, 1145-1148.

- Mesa Cuadros, G. (2013). *Derechos ambientales en perspectiva de integralidad*. (3.<sup>a</sup>) (UNIJUS, Ed.). Bogotá: Instituto Unidad de Investigaciones “Gerardo Molina” - UNIJUS. Universidad Nacional de Colombia.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2012). *Evaluación de los ecosistemas del milenio informe de síntesis*. Disponible en [www.unep.org/maweb/documents/document.439.aspx.pdf](http://www.unep.org/maweb/documents/document.439.aspx.pdf)
- Reynolds, C. S. (2002). Ecological pattern and ecosystem theory. *Ecological modelling*, 158(3), 181-200.
- Riechmann, J. (2003). *Tiempo para la vida*. Málaga: Ediciones del Genal.
- Sen, A. (2000). La salud en el desarrollo. *Boletín de la Organización Mundial de la Salud*, Recopilación de artículos No. 2, 16-21. Disponible en [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/57579/1/RA\\_2000\\_2\\_16-21\\_spa.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/57579/1/RA_2000_2_16-21_spa.pdf)
- Vasseur, L., Rapport, D. J., y Hounsell, J. (2002). Ecosystem health and human health. *Elsevier Science*, 167-188.



# 7

## Reflexiones generales en torno a la promoción de la salud ambiental

JUAN CARLOS ESLAVA CASTAÑEDA \*

A partir de la Conferencia Internacional de Promoción en la Salud, llevada a cabo en la ciudad de Ottawa en 1986, se hizo común presentar a la promoción de la salud como una nueva perspectiva sanitaria y a los ambientes (o entornos) saludables como una de sus grandes líneas de acción. De tal manera que en ese momento hubo una cierta renovación de la discusión en torno a una vieja preocupación que ha estado presente a lo largo de toda la historia de la salud pública: la relación entre salud y ambiente.

Bajo este nuevo referente se reconoció que las sociedades actuales son complejas y están interconectadas, y en ellas los objetivos de la salud están fuertemente vinculados a otros objetivos sociales. Además se resaltó que los lazos que de forma íntima unen al individuo con su entorno constituyen la base de un acercamiento socioecológico a la salud, perspectiva indispensable para enfrentar la complejidad de la relación en mención. Pero más aún, se estableció la necesidad de dirigir los esfuerzos a la construcción de entornos saludables que garanticen las condiciones adecuadas para desplegar estimulantes y fructíferos proyectos de vida colectiva y, en últimas, para llevar una buena vida.

En la declaración oficial emitida como fruto de la Conferencia Internacional, conocida como la Carta de Ottawa, se estableció un tácito acuerdo frente al alcance de lo que implica un ambiente favorable para la salud, al señalar que

El cambio de las formas de vida, de trabajo y de ocio afecta de forma muy significativa a la salud. El trabajo y el ocio deben ser una fuente de salud para la

---

\* Médico, magíster en Sociología. Profesor asociado al Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia. Correo electrónico: solracnauj2@yahoo.com

población. El modo en que la sociedad organiza el trabajo debe de contribuir a la creación de una sociedad saludable. La promoción de la salud genera condiciones de trabajo y de vida gratificantes, agradables, seguras y estimulantes (Carta de Ottawa, 1986).

En la declaración se hace conciencia de la importancia de los ambientes artificiales, lo cual favorece que la comprensión del ambiente trascienda la noción de medio ambiente natural, tan común en muchos de los trabajos en salud ambiental, y se alcanza a plantear –aunque no de manera literal–, la noción de entornos construidos socialmente por el hombre. De tal manera que un ambiente favorable incluye todo entorno de vida en que las personas desarrollan su proyecto vital y hace referencia a los entornos de trabajo, ocio, relacionamiento y convivencia.

Cinco años después, en la Conferencia Internacional de Promoción de la Salud llevada a cabo en Sundsvall (Suecia) en 1991, se ratificó la importancia de la labor en promoción de los ambientes favorables para la salud, en un contexto mundial de preocupación por la sostenibilidad ambiental del planeta, dados los grandes problemas de contaminación ambiental, derroche energético, daño en la capa de ozono y enormes desequilibrios sociales.

Pero si bien la noción de medio ambiente natural estuvo muy presente y guió muchas de las discusiones, la aproximación más amplia se mantuvo y permitió afirmar de manera expresa y como horizonte de acción que “se ha de lograr en adelante que el ambiente –el ambiente físico, el ambiente socioeconómico y el ambiente político– apoye a la salud en lugar de dañarla” (Declaración de Sundsvall, 1991).

Igualmente, se aclaró aún más que los ambientes favorables para la salud hacen referencia a los lugares donde viven, trabajan y se divierten las personas, resaltando la importancia del ámbito de la comunidad local y el hogar. Esto propició el reforzamiento de la noción de entornos saludables, la cual ha estado presente en nuestro contexto nacional y regional desde, por lo menos, los años noventa del siglo pasado, si bien se reconoce que no hay que perder una perspectiva mundial, dado que la humanidad forma parte de un gran ecosistema: la Tierra.

Ahora bien, con base en estas directrices, y otras más, como los Objetivos de Desarrollo del Milenio, el marco del Desarrollo Humano Sostenible del Programa de las Naciones para el Desarrollo (PNUD), la Conferencia Mundial sobre Hábitat y la Declaración de Río sobre Medio Ambiente

y Desarrollo, entre varias otras, se establecen lineamientos importantes para abordar los entornos saludables que, en la práctica, se concretan en programas<sup>1</sup> como el de escuelas saludables, ciudades-municipios-cantones saludables, viviendas saludables, entornos laborales saludables y universidades saludables (Mezzomo, 1997; Ministerio de la Protección Social/OPS, 2006; Barrios y Paravic, 2006; Arroyo y Rice, 2009).

Varios logros importantes se destacan en esta visión de los ambientes favorables para la salud, o entornos saludables: la vinculación del trabajo en salud a la construcción de sociedades y comunidades autónomas, justas y democráticas; el reconocimiento, por tanto, de la necesidad de luchar por la equidad, la justicia social y la autodeterminación de los pueblos para lograr la promoción de la salud; la incorporación de la perspectiva de los derechos para trabajar por la salud, la identificación de los espacios esenciales donde transcurre la vida de las personas y el hacer visibles los riesgos y amenazas ambientales que se ciernen sobre las poblaciones y las sociedades.

Pero cabe decir que estos logros no se han desarrollado de manera pareja y el último de ellos, tal vez el de más veloz desarrollo y el que se encuentra más tecnológicamente sustentado, ha tenido un efecto paradójico: opacar a los primeros y, con ello, ocultar lo más novedoso de la promoción de la salud, al exaltar la necesaria labor preventiva que se debe adelantar en el campo de la salud ambiental. La forma como han ocurrido los hechos ha llevado a que se mezcle y confunda la labor de prevención de los riesgos ambientales con la promoción de la salud ambiental lo cual ha limitado el alcance de esta última. Tanto así que, para muchas personas, la prevención de riesgos y la promoción de la salud terminan siendo conceptos indiferenciados.

Por supuesto, la gestión del riesgo y la prevención de amenazas ambientales son labores esenciales y necesarias y en buena hora la literatura salubrista se ha dedicado a estudiarlas, resaltarlas y propiciarlas. De hecho, vale la pena hacer mención del creciente interés en la gestión de los riesgos ambientales, el cual se evidencia en una amplia y creciente produc-

---

1 Si bien, en una lógica de planificación sanitaria, estas actividades pueden ser reconocidas como programas, es importante tener presente que en ciertos contextos también se identifican como estrategias y, aún más, como políticas públicas. Como se verá más adelante, documentos oficiales colombianos hablan de las estrategias de escuela saludable y vivienda saludable (Ministerio de la Protección Social/OPS, 2006), y algunos materiales académicos tratan la Escuela saludable como una política pública (Campos *et al.*, 2012).

ción de materiales que a modo de guías, lineamientos y directrices, buscan ordenar la acción frente a la identificación y el manejo de estos riesgos, en especial frente al riesgo de desastres (Ministerio de Interior y Justicia, 2010; Ministerio Ambiente-Perú, 2009; Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, 2012). Pero cabe decir que, hoy por hoy, la labor promocional propone orientaciones complementarias que, bien vistas, cambian el sentido de la acción salubrista al reconocer la positividad de la noción de salud e inscribirla en el marco del bienestar y la calidad de vida (Restrepo y Málaga, 2001; Eslava, 2002).

En las próximas páginas se presentarán algunas breves reflexiones orientadas a la toma de conciencia frente a la especificidad que adquiere la labor en promoción de la salud y su complementariedad con la labor preventiva. Si bien se hará mención de las necesarias acciones preventivas que se adelantan (o se deben adelantar) en el campo de la salud ambiental, se insistirá en lo novedoso que puede ser complementar esta mirada con la perspectiva de la promoción de la salud, propiamente dicha. Para darle concreción a las ideas y aplicabilidad a las reflexiones, se concentra la mirada en tres programas impulsados desde el discurso de la promoción de la salud: la escuela, la vivienda y la universidad saludable; y en una acción de gran interés para quienes trabajan en salud ambiental: la exposición a los rayos ultravioleta.

## Prevención y promoción para una escuela saludable

Siguiendo los lineamientos propuestos por el movimiento de la Promoción de la Salud y las directrices formuladas en las Declaraciones de sus Conferencias Internacionales, en 1995 la OPS/OMS hizo el lanzamiento oficial de la Iniciativa Regional de Escuelas Promotoras de la Salud con el fin de crear condiciones propicias para el mejoramiento de la calidad de vida, el aprendizaje y el desarrollo humano integral de niños, niñas, jóvenes y demás miembros de la comunidad escolar. En el año siguiente, 1996, se creó la Red Latinoamericana de Escuelas Promotoras de la Salud, con el propósito de impulsar la iniciativa regional, establecer vínculos entre los países de la región, compartir experiencias y crear redes nacionales que sirvieran de soporte a las acciones (OPS, 1996; Ippolito y Cerqueira, 2003). Dicha iniciativa regional fue acogida en Colombia, en 1997, con el nombre de Escuela Saludable, en 1999 se adaptó a las condiciones nacionales mediante la formulación de unas directrices específicas, en 2000 se constituyó la

Red Nacional de Escuelas Saludables y en el 2006 se ajustaron los lineamientos que, desde ese momento, han servido de guía para el desarrollo de la estrategia, en el marco de una estrategia más amplia de “entornos saludables” (Ministerio de la Protección Social/OPS, 2006).

Para la Iniciativa Regional liderada por la OPS fue claro que las áreas prioritarias para su fortalecimiento eran la integración de la educación en salud en los planes curriculares de las escuelas, la creación de ambientes físicos y sociales saludables y el mejoramiento de los servicios de salud y alimentación en las escuelas (OPS, 1996). Estas se concibieron como los componentes esenciales de la propuesta. Al decir de Josefa Ippolito y María Teresa Cerqueira –expertas de la OPS en el tema y una de ellas directora de la Unidad de Entornos Saludables–, el primer componente brinda al escolar el conocimiento necesario para identificar, adoptar, desarrollar y mantener las habilidades y destrezas necesarias para lograr una calidad de vida óptima (cabe señalar que aquí adquirió gran importancia la noción de “habilidades para la vida”). El segundo componente fomenta en el escolar la capacidad para mantener limpia y segura la infraestructura de la escuela y sus alrededores, y asegurar que funcione de forma apropiada (aquí el trabajo de saneamiento básico resulta esencial), mientras que el tercer componente tiene por finalidad fortalecer las relaciones entre los equipos de salud y educación, identificar problemas sanitarios y desarrollar acciones preventivas tempranas y eficaces (Ippolito y Cerqueira, 2003).

Para el caso colombiano, la estrategia se ha desplegado con cinco componentes (políticas y planes, ambiente escolar, participación social, educación para la salud y reorientación de los servicios de salud), diez líneas de acción y tres intervenciones transversales a los componentes, en un esquema de una gran riqueza y enorme potencialidad (Ministerio de la Protección Social /OPS, 2006). Desde sus inicios la estrategia creó amplias expectativas, en su desarrollo se ha visto que tiene utilidad y muchos han sido los éxitos alcanzados en las experiencias nacionales<sup>2</sup> si bien, como es de suponer, se han presentado dificultades y obstáculos, y las evaluaciones

---

2 El Ministerio de la Protección Social, junto con la OPS, publicó un material titulado *Experiencias exitosas de Escuelas Saludables en Colombia* en el que se resaltan logros ocurridos en los municipios de Betulia (Antioquia), Fusagasugá (Cundinamarca), Palestina (Huila), Albán (Nariño), Los Santos (Santander), Versalles (Valle) y Bogotá. El material se encuentra disponible en la página web de la OPS-Colombia, aunque solo se puede acceder por secciones: [http://www.paho.org/col/index.php?option=com\\_content&view=article&id=414:experiencias-exitosas-de-escuelas-saludables-en-colombia&Itemid=361](http://www.paho.org/col/index.php?option=com_content&view=article&id=414:experiencias-exitosas-de-escuelas-saludables-en-colombia&Itemid=361)

existentes han puesto de manifiesto la existencia de limitaciones, falencias y aspectos por fortalecer (Lemus *et al.*, 2003; Flórez *et al.*, 2006; Gutiérrez y Gómez, 2007; Leal *et al.*, 2010).

Pese a la amplitud e integralidad de la propuesta, cabe reconocer que en lo correspondiente a los componentes de educación para la salud y reorganización de los servicios, el enfoque predominante sigue siendo preventivo en el primero, y curativo en el segundo. Y esto, claro está, responde a muchas de las problemáticas que presentan los escolares en términos de desnutrición, limitaciones visuales y auditivas y trastornos bucales, y los jóvenes, además, en términos de consumo de sustancias psicoactivas, embarazo de adolescentes, violencia, entre otros.

Pero si la escuela saludable se asume como un espacio de interacción social donde habita la comunidad educativa, donde se produce y reproduce la cultura, donde se desarrolla el pensamiento, la afectividad y las habilidades para buscar mejores formas de vivir, pensar desde la promoción de la salud exige otros referentes diferentes al control de factores de riesgo para enfermar y al enfrentamiento de posibles enfermedades. ¿Cómo integrar en los currículos los elementos para configurar proyectos de vida estimulantes, retadores y respetuosos de las diferencias entre las personas? ¿Cómo construir aulas que posibiliten el diálogo y la construcción colectiva? ¿Cómo diseñar talleres que alienten el gozo por la vida, que motiven la convivencia y que propicien encuentros fascinantes? ¿Cómo diseñar comedores que estimulen el gusto por la buena comida?, ¿y bibliotecas que animen a la buena lectura? ¿Cómo propiciar que los docentes sean transmisores de alegría por el saber y figuras que inspiren a sus estudiantes? ¿Cómo hacer para que el juego se asocie al conocimiento y no se asuma como lo opuesto a él y toda la escuela garantice adquirir una vida activa? Todas estas son inquietudes que desde la promoción de la salud se le hacen a la escuela saludable y que merecen un más firme interés por aquellas personas comprometidas con el ideal de una escuela dedicada a formar personas capaces de vivir una vida plena y saludable.

## Prevención y promoción para una vivienda saludable

Siguiendo de cerca los lineamientos propuestos en la Carta de Ottawa y las directrices de las siguientes Conferencias Internacionales de Promoción de la Salud, en 1994 la OPS/OMS propuso el concepto de vivienda saludable como una iniciativa para desarrollar en las Américas. Un año después se

conformó una red de vivienda saludable en América Latina la cual posteriormente, en 2002, se fortaleció lo suficiente para convertirse en la Red Interamericana de Vivienda Saludable, la cual propició el desarrollo de la Estrategia de Vivienda Saludable que, en 2006, se dio a conocer, de manera más amplia, mediante el desarrollo de una guía para las autoridades locales y nacionales (OPS, 2006).

Dicha estrategia se conoció en el país en 2003, en el marco de otra estrategia: Atención Primaria Ambiental, si bien desde años atrás Colombia había desarrollado algunas experiencias sobre el particular y, para 1996, una de las iniciativas llevada a cabo en el departamento del Guaviare se conoció con el nombre de vivienda saludable (Ministerio de la Protección Social/OPS, 2006).

Para la Estrategia liderada por la OPS/OMS y adoptada por Colombia, la vivienda saludable se define de manera amplia e incluye las nociones de casa, hogar y entorno de vivienda. Por tanto,

El concepto de vivienda saludable está relacionado con el territorio geográfico y social donde la vivienda se asienta, los materiales usados para su edificación, la seguridad y calidad de los elementos conformados, el proceso constructivo, la composición de su espacio, la calidad de sus acabados, el contexto periférico global y la educación en salud de sus moradores, que garantiza de manera significativa la presencia de los factores protectores y la disminución de factores de riesgo asociados con la vivienda (Ministerio de la Protección Social/OPS, 2006, p. 26).

Esta manera de entender la vivienda saludable genera una potencialidad enorme para el despliegue de un manejo integral de las acciones e incluye aspectos tan importantes como la tenencia y ubicación segura, diseño adecuado, calidad de los servicios domésticos, equipamientos básicos y seguros y hábitos saludables de los moradores. Con todo, su implementación ha priorizado el manejo de riesgos en lo concerniente a los ambientes físicos, psicosociales y culturales, más los primeros que los otros, si bien la estrategia misma va mucho más allá.

Y al hacer más operativas las acciones se han tenido en cuenta, por obvias razones, aspectos como el manejo del espacio de la cocina y los sanitarios. En este sentido, el control frente a estufas de leña, letrinas y pozos sépticos ha sido muy importante en las zonas rurales, mientras que en zonas urbanas deprimidas la preocupación ha sido el manejo de otros combustibles, el estado de las instalaciones sanitarias intradomiciliarias y el manejo de basuras. Así, la preocupación por los problemas pulmonares,

gastrointestinales y dermatológicos ha estado muy presente, así como ha estado muy presente la preocupación por evitar las intoxicaciones y los accidentes (OPS/Ministerio de Salud, 2011).

Dada esta situación, los aspectos del control de riesgos se tornan prioritarios y pareciera que son los únicos asuntos apremiantes que merecen intervenciones efectivas. De hecho, algunas propuestas para la formación del médico, y no solo del salubrista, se interesan en estos aspectos, reconociendo que las condiciones del entorno habitacional pueden ser determinantes para la salud de las personas, sobre todo para los niños y los ancianos (Zickafoose *et al.*, 2011). Pero ¿qué pasa si pensamos desde una perspectiva de salud en positivo, esto es, no asumida como ausencia de enfermedad o riesgo? Aquí es cuando la promoción de la salud cobra mayor importancia como perspectiva complementaria.

Si la vivienda es un entorno fundamental de convivencia y de crecimiento, es esencial que se piensen sus espacios como escenarios proclives al juego, al diálogo, a la complicidad, a la intimidad, al descanso y al gozo. De tal manera que las preguntas a formular, desde esta perspectiva, no son aquellas referidas a qué debemos hacer para evitar accidentes y daños, sino aquellas otras orientadas a establecer qué debemos hacer para que el entorno de vivienda permita desarrollar esas otras actividades señaladas anteriormente, al mismo tiempo que permita que los miembros del hogar desarrollen sus proyectos de vida en relaciones estimulantes y creativas; cuántos metros cuadrados se necesitan para que los miembros de un hogar se sientan cómodos, satisfechos y dispuestos a entablar relaciones efectivas; cuánta luz hace falta para tener la calidez de hogar suficiente y poder ver con atención a los seres queridos; qué mobiliario doméstico hace falta para que una madre o un padre puedan consentir a sus hijos y para que ellos puedan establecer intercambios idóneos; qué seguridad jurídica se requiere para garantizar que la vivienda se torne un espacio de encuentro y de refugio para sus moradores. Son, pues, estas las preguntas de la promoción de la salud que complementan aquellas otras de la prevención y el manejo de riesgos y que ayudan a tomarse en serio la idea de la vivienda como un espacio vital y a pensar una salud pública más equilibrada.

## Prevención y promoción para una universidad saludable

Al igual que las anteriores iniciativas, la de universidad saludable halla su fundamento en el discurso de la promoción de la salud y en los desarrollos

conceptuales que se adelantan desde los llamados entornos saludables. Si bien su desarrollo ha sido más tardío que el de escuela saludable y vivienda saludable, cabe señalar que desde mediados de los años noventa se empiezan a establecer redes de trabajo académico que, desde diferentes universidades, impulsan acciones de formación de recursos humanos para la promoción de la salud. Pero es solo hasta el inicio del siglo XXI cuando, a nivel regional, empieza a reconocerse un movimiento específico de universidades promotoras de la salud que toma vigor con el desarrollo de las Conferencias Internacionales llevadas a cabo en Chile (2003), Canadá (2005) y México (2007), y con la creación de la Red Iberoamericana de Universidades Promotoras de la Salud en 2007 (Arroyo y Rice, 2009).

En Colombia la iniciativa ha sido liderada por la Pontificia Universidad Javeriana, institución que desarrolla un programa específico de Universidad Saludable desde 2003 y que, años después, convocó a otras universidades para crear la Red Nacional de Universidades Promotoras de la Salud (REDCUPS), instancia organizativa de encuentro e intercambio universitario que cobró vida en 2010 (Pontificia Universidad Javeriana, 2013).

En términos generales, se asume que las universidades promotoras de salud son aquellas

entidades de educación superior que han desarrollado una cultura organizacional orientada por los valores y los principios asociados al movimiento global de la Promoción de la Salud con apoyo constatado a través de una política institucional propia para el fomento y la permanencia de las acciones de Promoción de la Salud (PS) (Arroyo y Rice, 2009, p. 3).

Con lo cual la propuesta no solo se inscribe en la tradición de la promoción de la salud que se remonta hasta la Carta de Ottawa, sino que recoge una visión amplia de la salud que, no obstante, se ve sometida a la fuerte tensión entre promoción y prevención.

Si bien desde las propuestas de universidad saludable se han impulsado campañas importantes como las de espacios libres de humo y prevención del embarazo adolescente, y programas de gran interés en prevención del consumo de sustancias psicoactivas, manejo del estrés y fomento de la actividad física, como control del riesgo para enfermedades cardiovasculares, resulta importante propiciar el despliegue de acciones de promoción de la salud que, más allá de la necesaria y siempre importante prevención de enfermedades y control de factores de riesgo, alienten a los jóvenes para crear proyectos de vida estimulantes, gozosos y colectivamente satisfactorios. La

universidad debe convertirse en un escenario pleno para el disfrute de la vida y, claro está, un ámbito inspirador para la construcción de conocimiento en torno a la salud, en términos de bienestar, buen vivir y calidad de vida.

## Prevención y promoción frente a la exposición al sol

Reflexiones similares a las hechas hasta ahora se pueden plantear con relación a la exposición al sol y no es necesario extenderse en lo dicho. Baste señalar que la necesaria mirada preventiva piensa en términos de evitar o mitigar la exposición al sol, dada su relación con el cáncer de piel, con otras reacciones dermatológicas y aun con problemas oculares (Instituto de Salud Pública, 2007). Y esto es lo que suele reportar la literatura, tal como se ha encontrado en una revisión sistemática elaborada por el equipo del doctorado de Salud Pública de la Universidad Nacional en un proyecto de asesoría técnica para el fortalecimiento de la gestión de la salud ambiental en saneamiento básico para el fortalecimiento de la gestión en calidad del aire intramuros y radiación solar ultravioleta a nivel nacional y territorial<sup>3</sup>.

Por ello, las medidas de intervención suelen ser el uso de bloqueadores y la disminución de las horas de exposición. Lo cual está bien, siempre y cuando el asunto del bloqueador se maneje de una manera más sensata, y no como un estímulo al voraz mercado de productos de protección solar, y la disminución de la exposición no se convierta en un llamado moral que culpabiliza a las personas que, por necesidad, pasan mucho tiempo bajo los rayos solares.

Pero la promoción de la salud, en especial, se pregunta por otras cosas. Por ejemplo, ¿qué debemos hacer para gozar de manera adecuada de los rayos solares y para asumir, con responsabilidad, el disfrute de la vida al aire libre? ¿Cómo disfrutar, de la mejor manera, el contacto con los rayos luminosos? ¿Cómo enfrentar, sin temor, la actividad al aire libre? El énfasis, entonces, se deberá poner en el disfrute de la vida, en el manejo prudente, pero gozoso, del tiempo bajo el sol y en el autónomo manejo del cuerpo que se deleita dejándose acariciar por los rayos solares. Ese, en últimas, es el reto de una promoción de la salud que entiende que la salud no

---

3 El trabajo se presentó en 2014 como parte de un convenio de cooperación técnica entre la OPS y el Ministerio de Salud y Protección Social, en la línea de acción salud ambiental. Hasta donde se tiene entendido los productos están en poder del Ministerio y, seguramente, serán conocidos de manera amplia cuando dicha institución lo crea conveniente.

es un fin en sí mismo sino un recurso para la vida, que se consigue colectivamente y se construye de manera solidaria.

## Referencias

- Arroyo, H., y Rice, M. (Coords). (2009). *Una nueva mirada al movimiento de universidades promotoras de la salud en las Américas*. Documento de trabajo desarrollado para el IV Congreso Internacional de Universidades Promotoras de la Salud. OPS/Universidad de Puerto Rico.
- Barrios, S., y Paravic, T. (2006). Promoción de la salud y un entorno laboral saludable. *Rev Latino-am Enfermagem*, 14(1), 136-141.
- Campos, A. C., Robledo, R., Arango, J. M., y Agudelo, C. (2012). Evaluación de la política pública de escuela saludable en Colombia: fase de formulación (1999-2006). *Rev Salud Pública*, 14(5), 744-754.
- Carta de Ottawa. (1986). Disponible en [http://www.promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/promocion/2\\_carta\\_de\\_ottawa.pdf](http://www.promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/promocion/2_carta_de_ottawa.pdf)
- Declaración de Sundsvall. (1991). Disponible en [http://whqlibdoc.who.int/hq/1992/WHO\\_HED\\_92.1\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/1992/WHO_HED_92.1_spa.pdf)
- Eslava, J. C. (2002). Promoción y prevención en el sistema de salud en Colombia. *Revista de Salud Pública*, 4(1), 1-12.
- Flórez, L., Durán, E., Eslava, J. C., Medina, N., Russy, S., y Segura, V. (2006). Tres estudios de análisis de las actividades de salud escolar y de las condiciones organizacionales asociadas, en escuelas distritales de Bogotá. *Típica. Boletín electrónico de salud escolar*, 2(1). Disponible en [http://www.tipica.org/pdf/03\\_estudio2\\_unes\\_actividades.pdf](http://www.tipica.org/pdf/03_estudio2_unes_actividades.pdf)
- Gutiérrez, A. M., y Gómez, O. L. (2007). Evaluación de proceso de la estrategia Escuelas Saludables en la zona urbana del Municipio de Cali, Colombia. *Colombia Médica*, 38(4), 386-394.
- Instituto de Salud Pública. (2007). *Exposición laboral a la radiación ultravioleta de origen solar. Informe técnico. Gobierno de Chile*. Disponible en [http://www.ispch.cl/salud\\_ocup/hig\\_seg/rad\\_ionizantes/doc/Radiacion.pdf](http://www.ispch.cl/salud_ocup/hig_seg/rad_ionizantes/doc/Radiacion.pdf)
- Ippolito, J., y Cerqueira, M. T. (2003). *Las escuelas promotoras de la salud en las Américas: una iniciativa regional. FNA/ANA*, 33, 19-25. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/j0243m/j0243m03.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2009). *Guía de evaluación de riesgos ambientales*. Lima. Disponible en <http://cdam.minam.gob.pe/novedades/guiaera.pdf>

- Ministerio del Interior y Justicia, Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, Banco Mundial. (2010). *Guía municipal para la gestión del riesgo*. Bogotá.
- Leal, R., Peña, A. C., y Reyes, P. (2010). Evaluación de la estrategia Escuelas Saludables, municipio de Villavicencio, 2006-2007. *Investigación en Enfermería: Imagen y Desarrollo*, 12(1), 95-115.
- Lemus, F., Jaimes, C., Castilla, M., y García, J. G. (2003). Hacia una escuela saludable: una experiencia de integración de los agentes educativos en torno a la calidad de vida. *Educación y educadores*, 6, 17-44.
- Mezzomo, T. M. (1997). Planeamiento gubernamental e políticas públicas: a estratégia “ciudades saudáveis”. *Saúde e Sociedade*, 6(2), 55-64.
- Ministerio de la Protección Social y OPS. (2006). *Lineamientos nacionales para la aplicación y el desarrollo de las estrategias de Entornos Saludables: escuela saludable y vivienda saludable*. Bogotá.
- OPS. (1996). *Escuelas promotoras de salud: modelo y guía para la acción*. HSP/SILOS-36. Washington, Disponible en [http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/libros/EPS\\_SILOS36.pdf](http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/libros/EPS_SILOS36.pdf)
- OPS. (2006). *Vivienda saludable: reto del milenio en los asentamientos precarios de América Latina y el Caribe*. Guía para las autoridades nacionales y locales. Caracas.
- OPS y Ministerio de Salud. (2011). *Hacia una vivienda saludable*. Cartilla educativa para la familia. Bogotá.
- Pontificia Universidad Javeriana. (2013). *Unidos fortaleciéndonos como universidad promotora de salud. Los diez primeros años del proceso 2003-2013*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Restrepo, H., y Málaga, H. (2001). *Promoción de la salud: cómo construir vida saludable*. Bogotá: Médica Panamericana.
- Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. (2012). *Formulación del Plan Municipal de Gestión del Riesgo (versión 1)*. Bogotá. Disponible en [http://www.gestiondelriesgo.gov.co/snigrd/archivos/FormulariosPM-GRD2012/Guia\\_PMGRD\\_2012\\_v1.pdf](http://www.gestiondelriesgo.gov.co/snigrd/archivos/FormulariosPM-GRD2012/Guia_PMGRD_2012_v1.pdf)
- Zickafoose, J. S., Greenberg, S., y Dearborn, D. G. (2011). Teaching home environmental health to resident physicians. *Public Health Report*, 126(suppl. 1), 7-13.

## Índice temático

### A

Aire intramuros 13, 144  
Ambientalismo 13, 40, 46-48, 60  
Amenazas ambientales 12, 137  
Antropogénico 26, 41

### B

Bienestar 11, 30, 39, 56, 69, 99, 122, 123,  
131, 138, 144  
Biodiversidad 14, 34, 58, 122, 128

### C

Calidad de vida 19, 20, 29, 35, 57, 65, 116,  
138, 139, 144  
Calidad del aire 12, 13, 65-66, 68, 82, 106,  
108, 118, 144  
Cambio climático 12, 14, 16, 20, 25-26,  
34, 43, 122, 127-129  
Conciencia humana ambiental 14, 121-  
123, 125, 127-128  
Condiciones ambientales 20, 22-23, 26,  
34-35, 40, 43, 50, 54-55  
Conservación 17, 40, 42, 45-50, 52, 58,  
60-61, 129, 131-132  
Contaminación 12, 17, 24, 26, 35, 40-42,  
45-47, 51, 57-60, 65-72, 74-79, 81-  
82, 101-102, 104-110, 112-115, 117-  
118, 123, 136  
Crisis ambiental 14, 41, 131

### D

Degradación 12, 17, 31, 34, 56, 112-113,  
124, 129, 130  
Depredación 40-41, 45, 47, 51

Derecho a la salud 50, 52, 54, 56, 57,

Derechos ambientales 59-60, 122

Desarrollo 11-13, 16-18, 20-22, 31-34, 42,  
44, 49-50, 55, 57, 60-61, 65-67,  
70, 75-76, 79, 87, 102, 109, 112,  
128, 136-139, 141-143

Descontaminación 66, 69, 75

### E

Ecofeminismo 46  
Ecologismo 42, 46-48, 122  
Ecopacifismo 46  
Ecosfera 41, 46, 51  
Ecosistema 13, 39-49, 61, 71, 118, 124-133  
Ecosocialismo 46  
Emisiones atmosféricas 75  
Enfermedades 16-17, 19, 21-25, 30, 42-  
45, 50, 52, 58, 79, 91, 97, 101, 103,  
122, 126, 129, 130, 140, 143  
Enfermedades respiratorias 79, 103  
Epidemiología 15, 18, 21, 23, 29-31, 34,  
101  
Extractivista 42

### F

Factores de riesgo 16, 18, 23, 25, 109, 116,  
140-141, 143  
Fuerza motriz 70, 112-113

### G

Gestión de la calidad del aire 13, 65, 69,  
70, 74, 79

## M

Material particulado 66-68, 71, 78, 101-104, 106, 108-109, 111-114, 116

Medio ambiente 11, 17, 19, 24, 31, 56, 74, 105, 124, 126, 136

## N

Naturaleza y cultura 122, 124, 128-129, 131-132

## P

Prevención 14, 17, 19, 21, 24, 44, 51, 58, 60, 66, 69-70, 72, 75, 77, 137

Promoción de la salud 13-14, 18, 44, 65-66, 67, 79, 81, 129, 131, 135-136

## R

Radiación ultravioleta (RUV) 13, 87-88, 99

Recursos naturales 12, 17, 32, 42, 48, 50, 55, 74

Relación salud-ambiente 54

Rural 125, 141

## S

Salud ambiental 11-20, 29, 31-35, 42, 57, 65-66, 79-80, 82, 111, 135-138, 144

Salud pública 12-18, 20, 22-23, 29-30, 34, 40, 49, 78, 101, 111, 121, 123, 126, 127-129, 131, 135, 142, 144

Saneamiento 11-13, 20, 26, 130, 139, 144

## U

Urbano 26, 68, 78-79, 113

Salud Pública y Nutrición Humana

Reflexiones acerca  
de la relación  
ambiente y salud

Pensando en ambientes saludables

Esta edición consta de 200 ejemplares.  
Se imprimió en septiembre de 2016  
en la Fundación Cultural Javeriana  
de Artes Gráficas, Javegraf.  
Se utilizaron caracteres Georgia 10,5/13,5 puntos,  
tiene un formato 16,5 x 24 centímetros.  
La carátula va en propalcote de 240 gramos  
y las páginas interiores en bond de 90 gramos.  
Bogotá, D. C., Colombia.

