

Documento marco

Caracterización de la vulnerabilidad a la contaminación ambiental en América del Norte

Abril de 2014



cec.org

Citar como:

CCA (2014), *Documento marco: caracterización de la vulnerabilidad a la contaminación en América del Norte*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, 58 pp.

El presente informe fue elaborado por Mario Rivero Huguet para el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental. La información que contiene es responsabilidad del autor y no necesariamente refleja los puntos de vista de la CCA o de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos o México.

Se permite la reproducción de este material sin previa autorización, siempre y cuando se haga con absoluta precisión, su uso no tenga fines comerciales y se cite debidamente la fuente, con el correspondiente crédito a la Comisión para la Cooperación Ambiental. La CCA apreciará que se le envíe una copia de toda publicación o material que utilice este trabajo como fuente.

A menos que se indique lo contrario, el presente documento está protegido mediante licencia de tipo “Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada”, de Creative Commons.



© Comisión para la Cooperación Ambiental, 2014

ISBN: 978-2-89700-062-2

Available in English – ISBN: 978-2-89700-061-5

Disponible en français – ISBN: 978-2-89700-063-9

Depósito legal — Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2014

Depósito legal — Library and Archives Canada, 2014

Particularidades de la publicación

Tipo: publicación de proyecto

Fecha: abril de 2014

Idioma original: inglés

Procedimientos de revisión y aseguramiento de calidad:

Revisión final de las Partes: julio de 2013

QA12.29

Proyecto: “Desarrollo de capacidades para el mejoramiento de la salud ambiental de comunidades vulnerables en América del Norte” (Plan Operativo 2011-2012)

Si desea más información sobre ésta y otras publicaciones de la CCA, diríjase a:

Comisión para la Cooperación Ambiental

393 rue St-Jacques Ouest, bureau 200

Montreal (Quebec), Canadá, H2Y 1N9

Tel.: 514.350.4300 fax: 514.350.4314

info@cec.org / www.cec.org



Índice

Reconocimientos	v
Siglas, abreviaturas y acrónimos	vi
Sinopsis	vii
Resumen ejecutivo	viii
1. Introducción	1
1.1 Criterios funcionales del documento marco	2
1.2 Diseño del marco	3
2. Antecedentes	4
2.1 Salud ambiental.....	4
2.1.1 Indicadores de salud ambiental	4
2.2 Exposición química	6
2.3 Comunidades vulnerables	8
2.4 Comunidades resilientes	10
2.5 Evaluación de riesgos a escala comunitaria.....	10
3. El marco	11
3.1 Objetivo.....	11
3.2 Alcance.....	12
3.3 Elementos clave.....	12
3.3.1 Conocimiento basado en pruebas	12
3.3.2 Transdisciplinariedad.....	13
3.3.3 Participación comunitaria	13
3.3.4 Justicia ambiental y de género	14
3.4 Identificación de factores que caracterizan la vulnerabilidad ante la contaminación ambiental	14
3.4.1 Exposición.....	18
3.4.2 Susceptibilidad	20
3.4.3 Preparación para hacer frente a factores de amenaza y capacidad de respuesta	23
3.5 Herramientas para evaluar la vulnerabilidad de individuos y de comunidades.....	23
3.6 Aplicación	24
4. Desafíos	25
4.1 Participación comunitaria.....	25
4.2 Conocimiento científico.....	26
4.3 Involucramiento gubernamental.....	27
4.4 Comunicación y transferencia del conocimiento	27
4.5 Producción y uso de sustancias químicas a escala mundial.....	28

5. Conclusiones	29
Referencias.....	30
Apéndice A: Herramientas seleccionadas de rastreo de la exposición a mezclas de sustancias químicas	37
Apéndice B: Herramientas seleccionadas para la evaluación de la vulnerabilidad de las comunidades:	39
Apéndice C: Glosario.....	46

Reconocimientos

Numerosas personas y organizaciones contribuyeron a la elaboración de este documento. La Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) agradece a Mario Rivero Huguet el haber encabezado su redacción y armonizado las aportaciones realizadas por colegas de los tres países de América del Norte. Los miembros del comité directivo del proyecto (Sarah Coombs, Anik Guertin, Constantine Tikhonov y Victoria Tunstall, del ministerio de Salud de Canadá [Health Canada]; Stephen C. DeVito, de la Agencia de Protección Ambiental [*Environmental Protection Agency*, EPA] de Estados Unidos, y Leonor Cedillo Becerril y Leonora Rojas Bracho, del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC] de México) desempeñaron un importante papel en la orientación y revisión del documento. El Secretariado de la CCA también agradece profundamente las valiosas aportaciones hechas a lo largo del proceso por el grupo asesor: Joseph Foti (Instituto de Recursos Mundiales, WRI por sus siglas en inglés), Liem Tran (Universidad de Tennessee en Knoxville), Eric Loring y Tanya Nancarrow (Inuit Tapiriit Kanatami), Diana Luque Agraz (Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo) y Álvaro Osornio Vargas (Universidad de Alberta).

En las etapas iniciales, el anteproyecto del documento marco fue revisado y depurado durante un taller de dos días de duración celebrado en Toronto, en noviembre de 2012. Durante el taller, los integrantes del comité directivo, el grupo asesor y expertos en la materia de los tres países (Troy Abel, de la Universidad del Oeste de Washington; Marco Belmont, de la división de Salud Pública de Toronto [*Toronto Public Health*]; Andrew Black, de la Asamblea de Primeras Naciones; Sheila Cole, de la Red Ambiental de Nueva Escocia [*Nova Scotia Environmental Network*]; Patricia Díaz Romo, del proyecto Huicholes y Plaguicidas; Perry Hystad, de CAREX Canada; Jeff Masuda, de la Universidad de Manitoba; Erica Phipps, de la Alianza Canadiense para la Salud Infantil [*Canadian Partnership for Children's Health and Environment*]; Elizabeth {Betsy} Smith, de la EPA; Jonathan Waterhouse, del Consejo Intertribal de la Cuenca del Río Yukón [*Yukon River Inter-Tribal Watershed Council*], y Michael Willis, de la Universidad de Washington), junto con Orlando Cabrera Rivera y Lucie Robidoux, en representación del Secretariado de la CCA, contribuyeron a la redacción de diversas partes del documento.

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento por los comentarios y sugerencias recibidas durante las sesiones del Comité Consultivo Público Conjunto celebradas en 2012, en Nueva Orleans, Luisiana, y Mérida, Yucatán. Por último, agradecemos a los diversos integrantes del Secretariado de la CCA que participaron en el proceso que permitió afinar y llevar a feliz término este proyecto, y entre los que destacan: Danielle Vallée, Marilou Nichols y los editores Douglas Kirk, Jacqueline Fortson y Johanne David.

Siglas, abreviaturas y acrónimos

As	arsénico
ATSDR	Agencia para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades (<i>Agency for Toxic Substances and Disease Registry</i>), de Estados Unidos
BPC	bifenilos policlorados
CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental
Cd	cadmio
CDC	Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>), de Estados Unidos
CMAA	carga de morbilidad atribuible a factores ambientales
CO	monóxido de carbono
COP	contaminantes orgánicos persistentes
Dioxinas	dibenzo- <i>para</i> -dioxinas policloradas
DPSEEA	fuerza impulsora-presión-estado-exposición-efecto-acción; modelo DPSEEA de la OMS (del inglés: <i>Driving Force – Pressure – State – Exposure – Effect – Action</i>)
EPA	Agencia de Protección Ambiental (<i>Environmental Protection Agency</i>), de Estados Unidos
EREC	evaluación de riesgos a escala comunitaria
FAA	fracción atribuible al medio ambiente
FDA	Administración de Alimentos y Fármacos (<i>Food and Drug Administration</i>), de Estados Unidos
HAP	hidrocarburos aromáticos policíclicos
Hg	mercurio
NO	óxido nítrico
NO _x	óxidos de nitrógeno
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
Pb	plomo
PBDE	éteres de difenilo polibromado
SO ₂	dióxido de azufre
SO _x	óxidos de azufre
STPB	sustancia tóxica persistente y bioacumulable

Sinopsis

Evaluar los riesgos que la contaminación ambiental entraña para los individuos o para las comunidades es una tarea compleja que requiere la consideración de factores de presión químicos y no químicos, así como de prioridades y valores comunitarios, entre muchos otros factores. Resultado de una revisión exhaustiva de trabajos académicos y de estudios inéditos en diversas disciplinas (por ejemplo, contaminación ambiental, nutrición, ciencias sociales, salud y fomento de la salud pública), así como de consultas con expertos en la materia y sectores interesados de los tres países de América del Norte, este documento marco tiene el propósito de servir como un recurso de información y sensibilización con el cual crear herramientas de evaluación de riesgos para la salud ambiental.

Los factores a considerar al momento de caracterizar la vulnerabilidad de un individuo o comunidad a las consecuencias para la salud resultantes de la contaminación ambiental se agrupan en cuatro propiedades o características principales de la vulnerabilidad: el grado de *exposición* a los contaminantes; la *susceptibilidad* de cada individuo a los efectos perjudiciales de la contaminación; la *preparación para hacer frente a factores de amenaza*, y la *capacidad de respuesta y de recuperación* (para mitigar y hacer frente a los riesgos asociados con los contaminantes ambientales).

El marco puede sentar las bases para la realización de evaluaciones integrales de impactos en la salud ambiental, y apoyar en la definición y establecimiento de prioridades en cuanto a comunidades que requieran de una intervención urgente. Asimismo, presenta las herramientas de que se dispone para evaluar la vulnerabilidad o que pueden servir de modelos para crear herramientas nuevas y específicas con tal propósito. Gracias a este marco, será posible que individuos y comunidades de toda América del Norte tomen decisiones más informadas con las cuales hacer frente a la complejidad de evaluar y mitigar los riesgos de la contaminación ambiental y, así, proteger su salud.

Resumen ejecutivo

Un número considerable de sustancias químicas, ya sea por sí solas o como componentes de alguna mezcla, forman parte de nuestro medio ambiente y, por tanto, de nuestra vida diaria. No obstante, apenas una fracción de estas sustancias ha sido evaluada a fondo para conocer los riesgos que entrañan para la salud humana, a pesar de que se sabe o se sospecha que algunas de ellas contribuyen a ciertas condiciones perjudiciales para la salud, como asma, cáncer y trastornos respiratorios, cardiovasculares y del sistema reproductor. Entre las diversas vías de exposición a los productos químicos figuran la inhalación, la ingestión o el contacto con la piel, además de que los fetos pueden quedar expuestos a cualquier sustancia química a la que esté expuesta la madre, mediante transferencia placentaria de la sustancia durante el embarazo. De cualquier modo, deben concurrir una serie de sucesos para que la exposición a una o más sustancias produzca consecuencias para la salud. La vulnerabilidad a las sustancias químicas presenta diferencias que dependen del grado de exposición, de la susceptibilidad del individuo a los efectos nocivos causados por la sustancia y de la capacidad para afrontar y mitigar los riesgos químicos.

Integrado con base en las herramientas existentes, el presente documento marco tiene el objetivo de identificar los factores que se deben considerar al momento de caracterizar la vulnerabilidad de un individuo o comunidad a las consecuencias para la salud resultantes de la contaminación ambiental en América del Norte. En este documento el término “comunidad” no se restringe a un punto geográfico; podría referirse a un poblado o ciudad, pero también podría representar un subgrupo demográfico, como niños, poblaciones indígenas o mujeres embarazadas. El propósito del material contenido es servir como un recurso de información y sensibilización con el cual crear herramientas de evaluación de riesgos para la salud ambiental. Asimismo, el documento busca ayudar a individuos y comunidades a tomar decisiones más informadas para proteger su salud ante los contaminantes ambientales, permitiéndoles identificar su vulnerabilidad a riesgos de salud y las medidas con que pueden mitigarlos.

Conocimiento basado en hechos, transdisciplinariedad, participación comunitaria y justicia ambiental y de género son los elementos clave del marco, sobre los cuales se asientan las cuatro principales propiedades que caracterizan la vulnerabilidad a la contaminación ambiental: *exposición, susceptibilidad, preparación* (para hacer frente a factores de amenaza) y *capacidad de respuesta*. Cada una de estas cuatro propiedades abarca, a su vez, un conjunto de factores específicos que ayudan a explicar en qué forma las circunstancias ambientales, sociales y culturales pueden influir en la exposición a contaminantes ambientales y por qué algunos individuos o comunidades pueden ser más (o menos) vulnerables, dadas sus capacidades y recursos, mecanismos de adaptación, y apoyos institucionales disponibles.

Además, los datos que se reúnan al usar este documento marco podrán, a su vez, contribuir a la creación de herramientas para caracterizar la vulnerabilidad de comunidades objetivo frente a los riesgos ambientales. Así, el uso del documento marco podría:

- sentar las bases para la planeación, organización y realización de evaluaciones integradas de impacto en la salud ambiental;

- ayudar a identificar y jerarquizar aquellas comunidades que necesiten intervención urgente, proporcionando herramientas de selección y evaluación de las fuentes de contaminación;
- promover el diálogo entre múltiples sectores de interés para mejorar la comprensión y la resolución conjunta de problemas por parte de la comunidad, y
- fomentar pensamientos y acciones holísticas, que disipen el aislamiento que en ocasiones surge entre disciplinas.

Es posible que la implementación del marco enfrente retos y desafíos de muy diversa índole en términos de: participación comunitaria, conocimiento científico, involucramiento gubernamental, transferencia de conocimientos y comunicación, así como también en lo concerniente a la producción y uso de sustancias químicas a escala mundial. Por ello, en el documento se presentan también diversas posibles estrategias con miras hacer frente a tales desafíos.

El poder considerar de manera eficaz tanto factores de presión químicos y no químicos como prioridades y valores comunitarios en las actividades de evaluación de riesgos de las comunidades es una tarea compleja, pero este documento marco significa un gran paso en ese sentido, al proveer una lista de herramientas que se pueden emplear desde ya o servir de modelos para crear herramientas nuevas y específicas con las cuales evaluar la vulnerabilidad de las comunidades.

1. Introducción

En los últimos dos siglos, la formulación y el uso de sustancias químicas han contribuido enormemente al desarrollo económico y social mundial. Como resultado, miles de mezclas químicas forman parte de nuestro medio ambiente y, por ende, de la vida diaria. En la actualidad, el mercado mundial ofrece una gran cantidad de productos químicos, los cuales se sujetan a sistemas reglamentarios y de inventario. Así, decenas de miles de sustancias químicas objeto de comercio conforman los inventarios nacionales. Por cuanto a América del Norte, el inventario de la Ley de Control de Sustancias Tóxicas (*Toxic Substances Control Act*) de Estados Unidos contiene más de 84,000 sustancias químicas;¹ la Ley Canadiense de Protección Ambiental (*Canadian Environmental Protection Act*) autoriza la comercialización o uso de alrededor de 23,000 sustancias en Canadá,² y el Inventario Nacional de Sustancias Químicas de México incluye cerca de 5,800 sustancias.³ Las diferencias observadas entre los inventarios nacionales son reflejo de los distintos enfoques empleados en su elaboración; cada uno tiene su propia historia, propósito original y fundamento legal, lo que ha dado como resultado inventarios que van de sumamente extensos a deliberadamente limitados. Con todo, apenas unas cuantas de las sustancias en uso han sido objeto de evaluación de los riesgos que pueden representar para el medio ambiente o la salud humana. Si bien algunas de estas sustancias pueden no ser nocivas, se sabe o se sospecha que otras de uso generalizado contribuyen a ciertas condiciones perjudiciales para la salud, entre las que pueden señalarse: asma; diferentes tipos de cáncer; defectos congénitos; trastornos neuroconductuales; alteración del desarrollo cognitivo; daños a los sistemas respiratorio, cardiovascular, reproductivo o endocrino, y otras enfermedades crónicas (GEO-5, 2012). Numerosas variables influyen directa o indirectamente en estos efectos en la salud. Por ejemplo, algunos contaminantes atmosféricos tienen la capacidad de desencadenar asma entre niños y ancianos, así como en personas con antecedentes familiares de este padecimiento, o incluso agravar afecciones respiratorias o cardíacas (Neidell y Kinney, 2010). La exposición a la contaminación del entorno es uno de los muchos factores ambientales que pueden repercutir en la salud humana.

La exposición diaria a sustancias químicas puede ocurrir mediante una sola ruta o una compleja matriz de rutas, y aunque no todas las situaciones de exposición son perjudiciales, la vulnerabilidad⁴ y los efectos negativos en la salud asociados pueden ser considerablemente

¹ Ley de Control de Sustancias Tóxicas (*Toxic Substances Control Act*, TSCA), Agencia de Control Ambiental de Estados Unidos (*US Environment Protection Agency*); disponible en: <www.epa.gov/oppt/existingchemicals/pubs/tscainventory/> (consulta realizada en enero de 2013).

² Registro ambiental de la Ley Canadiense de Protección Ambiental (*Canadian Environmental Protection Act*, CEPA), ministerio de Medio Ambiente de Canadá (*Environment Canada*); disponible en: <www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=D44ED61E-1> (consulta realizada en enero de 2013).

³ Inventario de Sustancias Químicas de México (2012), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático; disponible en: <www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=684> (consulta realizada en enero de 2013).

⁴ El término “vulnerabilidad” se utiliza a lo largo de este documento con el sentido de la propensión intrínseca de una entidad a sufrir los efectos negativos de agentes externos, sucesos, perturbaciones o factores de deterioro a los que está expuesta.

mayores para ciertos individuos o comunidades. Esta vulnerabilidad se desprende de diferentes factores, a saber: edad, estructura genética, estilo de vida, ubicación geográfica y variabilidad climática, mayor susceptibilidad a sustancias químicas, nivel socioeconómico y otros más (por ejemplo, diferencias entre individuos o poblaciones en cuanto a su susceptibilidad, exposición, preparación para hacer frente a factores de amenaza y capacidad de recuperación).

Los gobiernos de Canadá, México y Estados Unidos reconocen la importancia de los factores ambientales para la salud y el bienestar de la población. También reconocen que la protección de la salud de ecosistemas, personas y comunidades ante los efectos de los contaminantes ambientales es esencial para mantener los sistemas socioeconómicos y ecológicos que sostienen a la sociedad de América del Norte.

La Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) ha sido foro y catalizador de la colaboración entre los tres países en este rubro. Varios de los informes y actividades de esta organización han abordado la relación entre ciertos grupos vulnerables y los niveles de exposición a sustancias químicas en el medio ambiente. En particular, dos informes centrados en la salud infantil y el medio ambiente ayudaron a identificar aquellos factores ambientales que pueden contribuir o exacerbar ciertos efectos en la salud durante la niñez: *Salud infantil y medio ambiente en América del Norte: un primer informe de indicadores y mediciones disponibles* (CCA, 2006a) y *Sustancias químicas tóxicas y salud infantil en América del Norte: planteamiento sobre la necesidad de un despliegue de esfuerzos para determinar las fuentes, niveles de exposición y riesgos de las sustancias químicas industriales para la salud infantil* (CCA, 2006b).

A manera de avance en esta dirección y reconociendo que numerosos habitantes de América del Norte están expuestas a múltiples fuentes de contaminación ambiental y que algunas personas o comunidades son más vulnerables que otras a los efectos de la contaminación, la CCA encomendó la elaboración de un marco que permita a comunidades de todo el subcontinente identificar aquellos factores que es necesario considerar al momento de caracterizar la vulnerabilidad de un individuo o una comunidad a los efectos en la salud derivados de la contaminación ambiental.

Se prevé que este marco coadyuvará en la consecución de las metas de la CCA en materia de cooperación intergubernamental, al facilitar y respaldar el intercambio de información que permita a los encargados del diseño de herramientas ayudar a identificar y caracterizar la vulnerabilidad de las comunidades. Asimismo, puede servir de base para la planeación y realización de evaluaciones integradas de riesgos para la salud atribuibles a las condiciones ambientales.

1.1 Criterios funcionales del documento marco

Al revisar las herramientas disponibles —sitios web oficiales, hojas informativas y artículos revisados por pares, por ejemplo— y las estrategias encaminadas a proteger o mejorar la salud humana en cuanto se refiere a la contaminación ambiental, se observan algunos criterios científicos y prácticos importantes que sirvieron para orientar la elaboración del marco presentado en este documento. Un marco integral que busque proteger y mejorar la salud ambiental de comunidades vulnerables debe:

- poder aplicarse en diversas situaciones operativas a diferentes escalas y en los distintos tipos de comunidades de América del Norte;
- basarse en conocimientos científicos y comunitarios;
- ser sumamente accesible;
- aportar a los creadores de herramientas información sobre las características que hacen a las comunidades vulnerables a la contaminación química, y
- asegurar que la información sobre salud ecológica y humana esté actualizada.

1.2 Diseño del marco

La palabra “comunidad” empleada a lo largo de este documento no se restringe a las personas que habitan en una localidad geográfica específica, como una ranchería, pueblo o ciudad, sino que se usa en el contexto más amplio. Es decir, *comunidad* podría significar aquellas personas que viven en un mismo lugar, pero también podría tratarse de una subpoblación humana, como mujeres embarazadas, un grupo étnico en particular, niños o poblaciones indígenas, por mencionar unas cuantas. Una comunidad podría definirse por factores como edad, situación económica, nivel de instrucción, grado de estudios o creencias religiosas, entre otros. La definición o composición de una comunidad específica muchas veces está relacionada con su vulnerabilidad a los riesgos representados por las sustancias químicas. Lo más común es que las personas pertenezcan simultáneamente a varias comunidades distintas pero ligadas de modo indisoluble. Por ejemplo, las casas más viejas en zonas de escasos recursos muchas veces contienen pintura con plomo. Los niños son especialmente susceptibles a la exposición al metal por su tendencia natural a introducirse objetos a la boca y, por tanto, son más vulnerables que los adultos a la neurotoxicidad del plomo. Aunque esto es cierto en el caso de todos los infantes, los que habitan en semejantes viviendas en virtud de los limitados recursos económicos de sus padres suelen ser más vulnerables al envenenamiento con plomo que los niños de hogares con mayores recursos económicos. Los niños e infantes de este ejemplo pertenecen a por lo menos tres comunidades distintas: una basada en la edad, otra en el ingreso familiar y la tercera por vivir en edificaciones que contienen pintura con plomo.

Muchos riesgos para la salud relacionados con el medio ambiente se pueden prevenir o mitigar. Como este marco busca demostrar, el uso de variables que influyen en la vulnerabilidad de individuos, comunidades o poblaciones, en combinación con otros datos (sobre emisiones, por ejemplo), permite caracterizar la vulnerabilidad de una comunidad, población o subpoblación en particular para así identificar actividades de mitigación de riesgos. El presente documento está orientado a brindar información en torno a los factores que deben considerarse al momento de caracterizar las posibles consecuencias que la contaminación ambiental tiene en la salud. Esta información será utilizada de diferente forma por los distintos diseñadores de herramientas para ofrecer instrumentos de comunicación eficaces y accesibles que describan tales factores y facilitar mecanismos con los cuales evaluar la vulnerabilidad a los posibles efectos de la contaminación ambiental en la salud.

2. Antecedentes

Numerosos conceptos recientes en materia de salud ambiental han ejercido una influencia importante en la composición de este documento marco. En el presente apartado se revisan tales conceptos (véase también el apartado 3) y se presenta la información de referencia necesaria para identificar los factores a considerar en la caracterización de la vulnerabilidad de un individuo o una comunidad ante los posibles efectos de la contaminación ambiental en la salud.

2.1 Salud ambiental

La salud ambiental comprende aquellos aspectos de la salud humana que son determinados por factores químicos, físicos, biológicos, sociales y psicosociales presentes en el entorno. También abarca la evaluación, prevención y mitigación de los factores ambientales que pueden afectar la salud de las generaciones presentes y futuras.⁵ La estimación de la carga de morbilidad atribuible a factores ambientales (CMAA) —que se caracteriza como la morbilidad y mortalidad ocasionadas por la exposición a peligros ambientales prevenibles— requiere identificar los resultados asociados a factores de riesgo ambiental pertinentes; estadísticas de morbilidad y mortalidad, y la fracción atribuible al medio ambiente (FAA), definida como la parte o el porcentaje de cada condición de salud que puede atribuirse razonablemente a la exposición a factores ambientales, incluidos agentes de riesgo físicos, químicos y biológicos (Kay *et al.*, 2000; Prüss-Üstün *et al.*, 2003; Prüss-Üstün y Corvalán, 2006). Por ejemplo, se estima que la incidencia de enfermedades cardiovasculares es de 1.3, 81 y 15.5 millones de personas en Canadá, Estados Unidos y México, respectivamente, con una FAA que fluctúa entre 7 y 23 por ciento (Prüss-Üstün y Corvalán, 2006; Boyd y Genuis, 2008; Sinais, 2008; PHAC-ASPC, 2011; NIH, 2012). Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), los factores ambientales son responsables de 13, 13 y 16 por ciento de la carga de morbilidad general de Canadá, Estados Unidos y México, respectivamente (OMS, 2009).

2.1.1 Indicadores de salud ambiental

Los indicadores se emplean normalmente para expresar cosas que no pueden verse o medirse directamente, pero que por lo menos se cree que existen. Hay una creciente necesidad y demanda de indicadores de salud ambiental para rastrear el estado de salud de la población con respecto a los factores ambientales, como la contaminación, y para respaldar, monitorear y aplicar políticas en materia ambiental y de salud en todos los ámbitos, desde locales hasta mundiales. La OMS estima que se requieren indicadores para, los siguientes fines (Briggs, 2003):

- Monitorear el estado de la salud humana y de los ecosistemas, a efecto de identificar la exposición a factores de riesgo ambiental y los correspondientes riesgos potenciales para la salud.
- Proveer información a la población y ayudar a que la sociedad esté mejor informada.

⁵ OMS, “Salud ambiental”, en sitio web de la Organización Mundial de la Salud: <www.who.int/topics/environmental_health/es/index.html>).

- Contribuir a la sensibilización sobre temas de salud ambiental entre los diferentes grupos interesados (sociedad civil, funcionarios de la industria, abogados, médicos, etcétera).
- Ayudar lo mismo a orientar las acciones hacia donde más se necesiten que a asignar recursos.
- Ayudar en la investigación de los posibles vínculos entre medio ambiente y salud como base para orientar las intervenciones y facilitar la elaboración de políticas.

El uso del marco DPSEEA⁶ es aceptado como auxiliar en la elaboración de indicadores de salud ambiental (Corvalán *et al.*, 1996), aunque con adaptaciones y modificaciones en función de circunstancias como:

- *Contexto sociodemográfico*: pobreza, densidad de población, edad, nivel de estudios, pertenencia a grupos minoritarios, situación migratoria, acceso a agua limpia y a alimentos seguros.
- *Exposición*: concentraciones en el ambiente de contaminantes atmosféricos y del agua, biomarcadores de exposición (como niveles de plomo en la sangre).
- *Poblaciones sensibles*: porcentaje de niños menores de cinco años, porcentaje de adultos de más de 65 años o porcentaje de poblaciones inmunocomprometidas.
- *Efectos en la salud pública*: morbilidad y mortalidad debido a riesgos de salud ocupacional y ambientales, circunstancias del alumbramiento e índices de asma.

Los pueblos indígenas de América del Norte que aún acatan estilos de vida tradicionales suelen usar signos y señales como indicadores ambientales, para evaluar la salud del medio ambiente que les rodea y que influye de manera determinante en su modo de vida (Downie y Fenge, 2003; Cobb *et al.*, 2005; Manseau *et al.*, 2005a y 2005b; Berkes *et al.*, 2007). Tales indicadores pueden relacionarse con:

- cambios ambientales (por ejemplo: cambios en los vientos, la temperatura, las estaciones, la capa de hielo marino y su espesor);
- abundancia de vida silvestre (mediante monitoreo de las actividades de recolección y cosecha, la migración de especies, la abundancia de frutos, etc.);
- condición y calidad de ejemplares de especies animales (incluidas condiciones corporales anormales, como tamaño y color del hígado fuera de la norma, deformidad corporal, huesos descoloridos, huevos de tamaño reducido, bajo contenido de grasa corporal, sabor y consistencia anormales, etc.);
- patrones inusuales de distribución animal (surgimiento inusual de especies), e
- incidencia de enfermedades humanas poco conocidas o no habituales.

⁶ Marco conceptual que comprende los siguientes elementos: fuerza impulsora, presión, estado, exposición, efecto, acción (DPSEEA, del inglés: *Driving Force – Pressure – State – Exposure – Effect – Action*).

2.2 Exposición química

En el correr de la vida diaria nos vemos expuestos a las sustancias químicas contenidos en los alimentos y el agua que consumimos, productos de cuidado personal, medicamentos recetados, productos para la limpieza del hogar y el cuidado del jardín, y desechos industriales, entre otros. Aunque la exposición a algunas sustancias químicas no representa riesgos para la salud humana y ambiental, otras sí son nocivas (ya sea directamente o debido a la presencia de otras sustancias en particular). Destacan las sustancias tóxicas, persistentes y bioacumulables (STPB), como el mercurio y las dioxinas, que no sólo persisten en el medio ambiente y se bioacumulan en la cadena alimentaria, sino que además se biomagnifican conforme avanzan en la cadena trófica y se transportan a grandes distancias desde su punto de ingreso al medio ambiente.

Entre las diversas vías de exposición a productos químicos figuran la inhalación (al respirar), la ingestión (al comer y beber), la absorción cutánea, la transferencia placentaria (al feto) durante el embarazo y la transmisión vía la lactancia. En el cuadro 1 se presentan algunas rutas de exposición relevantes.

La exposición a una o más sustancias químicas tóxicas presentes en el ambiente no necesariamente significa que se producirán efectos negativos en la salud de un individuo; para ello es necesario que ocurra una serie de hechos: en primer lugar, el o los contaminantes deben provenir de una fuente, llegar a receptores humanos e ingresar en el organismo; en segundo lugar, las dosis del contaminante presentes en el organismo deben ser suficientes para provocar cambios biológicos que a la larga produzcan efectos de salud visibles (EPA, 2008). Así, la exposición a contaminantes ambientales puede ser sólo uno de los diversos factores que contribuyen a la incidencia de enfermedades o a la gravedad de una enfermedad preexistente (Sexton *et al.*, 1992), a saber:

- la toxicidad y la dosis de la sustancia química;
- la frecuencia, grado y vía de la exposición;
- la interacción que presentan las mezclas químicas (los mecanismos pueden ser aditivos, sinérgicos o bien antagónicos);
- agentes de presión no-químicos que pueden afectar las consecuencias en la salud de la exposición a contaminantes ambientales (por ejemplo, se ha asociado el estrés a una toxicidad exacerbada por plomo; Clougherty y Kubzansky, 2009);
- eventos anteriores de exposición a ciertas sustancias químicas, lo que puede hacer que una persona o población sea más vulnerable a exposiciones posteriores;
- momento en el tiempo (edad a la que ocurre la exposición) y antecedentes familiares de enfermedad;
- mayor susceptibilidad por predisposición genética, y
- estilo de vida y estado de salud.

En algunos casos es posible reducir la exposición a ciertas sustancias químicas con sólo hacer cambios en la rutina diaria (por ejemplo, evitar el humo del tabaco y de la quema de leña para cocinar, atender las advertencias sobre consumo de pescado y ventilar bien nuestros hogares, entre muchos más).

Actualmente se empieza a prestar más atención a la exposición acumulable, que se refiere eventos pasados o presentes de exposición a múltiples factores de presión ambiental a través de todas las vías, rutas y fuentes pertinentes. Por ende, la realización de evaluaciones acumulativas provee una valoración de la exposición simultánea, superpuesta o secuencial a múltiples factores agresores ambientales que pueden contribuir a posibles efectos adversos en la salud (Sexton y Hattis, 2007).

En investigaciones recientes se han identificado varias sustancias químicas nocivas (como arsénico y dioxinas) que pueden desencadenar modificaciones en la expresión genética y predisponer a las generaciones futuras a los efectos de dichos tóxicos en la salud (Jirtle y Skinner, 2007).

La asociación multifacética entre exposición a sustancias químicas y posibles efectos en la salud se ha estudiado y modelado empleando diversas herramientas de probabilidad, como el sistema ASPEN (Sistema de Evaluación de la Exposición de la Población del País [*Assessment System for Population Exposure Nationwide*], de la EPA), el modelo Carex (de exposición a cancerígenos [*Carcinogen Exposure*]) de Canadá y la herramienta E-FAST (Herramienta de Exploración para la Evaluación de Exposición y Destino [*Exposure and Fate Assessment Screening Tool*] de la EPA). En el apéndice A se presenta una lista de herramientas para rastrear la exposición a mezclas de sustancias químicas.

Cuadro 1. Posibles fuentes y vías de exposición humana a ciertas sustancias químicas

Medios de exposición	Ejemplos de vías de exposición	Ejemplos de sustancias químicas
Aire extramuros	Inhalación de gases y partículas generadas por emisiones industriales y vehiculares, así como la quema de combustibles sólidos o residuos peligrosos	SO ₂ , NO _x , ozono, partículas suspendidas, plomo, benceno, dioxinas y furanos y compuestos similares a las dioxinas
Aire intramuros	Inhalación de contaminantes emitidos durante la combustión intramuros de combustibles sólidos o generados por materiales de construcción y mobiliario; presencia de humo de tabaco, así como contaminantes en aire y polvo intramuros	SO _x , NO, CO, partículas suspendidas, HAP, Hg, Pb en pinturas con plomo, benceno, formaldehídos, asbesto, ftalatos, PBDE, radón y solventes
Agua potable	Consumo de agua potable con contenido de sustancias químicas producidas por descargas industriales, casas habitación, escurrentía agrícola, desechos mineros y de petróleo, o bien a partir de fuentes naturales	Plaguicidas, fertilizantes, metales traza, fluoruro, nitrato, cianuro, solventes industriales, productos de petróleo, subproductos de desinfección

Alimentos	Ingesta de alimentos que contienen sustancias químicas en niveles tóxicos, provenientes de prácticas agrícolas, procesos industriales, contaminación ambiental y toxinas naturales	Plaguicidas, metilmercurio, Pb, As, Cd, dioxinas y bisfenol A
Artículos de consumo (distintos de alimentos)	Exposición por ingestión; inhalación o exposición dérmica a sustancias tóxicas contenidas en juguetes, artículos de joyería y decoración, textiles, recipientes para alimentos o productos químicos de consumo	Pb, Hg, Cd, ftalatos, formaldehídos, colorantes, triclosán y plaguicidas
Suelo	Ingestión (sobre todo en el caso de los niños) o inhalación de contaminantes químicos presentes en el suelo como resultado de procesos industriales o agrícolas, o del manejo inadecuado de desechos domésticos e industriales	Metales pesados, plaguicidas y COP
Exposición en el trabajo	Exposición crónica o aguda por inhalación, absorción dérmica o ingestión secundaria de sustancias químicas, subproductos de procesos industriales (agrícolas, mineros o de la manufactura) y artículos de limpieza, entre otros	Plaguicidas, benceno, metales pesados y solventes
De humano a humano	Exposición durante el embarazo y la lactancia	Metales, dioxinas y benceno
Otros	Desastres naturales, incidentes y conflictos industriales, derrames accidentales de sustancias químicas	

Fuente: Adaptado de Prüss-Üstün *et al.*, 2011.

2.3 Comunidades vulnerables

Todos somos vulnerables en mayor o menor medida a algún tipo de amenaza ambiental, pero lo que diferencia a cada individuo es el grado de exposición, la susceptibilidad a los efectos de dichas amenazas y la capacidad para enfrentar los riesgos químicos y mitigarlos.

Es bien sabido que son muchos los factores que influyen —directa o indirectamente— en la susceptibilidad de un individuo a las amenazas ambientales. Es decir, algunas personas pueden ser más susceptibles a un cierto factor de presión ambiental, lo que las hace más vulnerables a los riesgos que éste representa; lo mismo ocurre con poblaciones o grupos de personas. Los factores que pueden influir en la vulnerabilidad de un individuo son, por ejemplo: estructura genética, raza u origen étnico, edad, comportamiento, ubicación geográfica y el grado de control que pueda ejercer sobre el medio ambiente (que puede estar relacionado con la situación socioeconómica, entre otros elementos).

Conocer la propia vulnerabilidad diferenciada permite a las comunidades identificar opciones eficaces para aminorar la exposición a sustancias químicas. Si un individuo o un grupo de

individuos dentro de una comunidad, por ejemplo, enfrenta la barrera del idioma, su capacidad para leer y entender los posibles efectos en la salud de la pintura con plomo o las alertas de pesca se ve mermada, por lo que el acceso a materiales informativos adecuadamente orientados y adaptados a la comunidad en cuestión puede resultar esencial en la reducción de riesgos.

El presente documento procura identificar los factores que provocan que un individuo, grupo de individuos o comunidad sea más (o menos) vulnerable, dadas sus capacidades y recursos, mecanismos de adaptación y apoyos institucionales disponibles. A este efecto, y para identificar aquellos factores que son más integrales, el enfoque se caracteriza por las cuatro propiedades o características principales de la vulnerabilidad:

Exposición. Se refiere a la magnitud, duración, frecuencia o momento en el que ocurre el contacto con una o más sustancias químicas. Los individuos pueden ser más vulnerables a la exposición por diversas razones; una de las más comunes es que vivan o trabajen cerca de una fuente de contaminación y, en consecuencia, estén expuestas a un nivel más alto del contaminante o los contaminantes en cuestión que el resto de la población (EPA, 2003).

Susceptibilidad. Se refiere a una mayor probabilidad de que un individuo padezca un efecto negativo por razones entre las que se incluyen: etapa de la vida en la que se encuentra (rango de edad), predisposición genética, sistema inmunitario debilitado o alguna condición de salud preexistente, como asma. Plomo, cadmio, dioxinas y mercurio son ejemplos bien conocidos de sustancias químicas tóxicas a cuyos efectos son más susceptibles fetos, recién nacidos, bebés e infantes puesto que sus sistemas biológicos no han alcanzado un pleno desarrollo (Faustman *et al.*, 2000; CCA, 2006a y 2006b).

Preparación para hacer frente a factores de amenaza. Se refiere a los mecanismos y sistemas de adaptación que un individuo o comunidad despliega anticipándose a la condición de deterioro. Si bien este tipo de preparación suele ser una cuestión que atañe más a grupos y comunidades —medidas puestas en marcha a escalas nacional, estatal o provincial, y comunitaria— y no tanto a las personas en lo individual, hay muchas cosas que los individuos pueden hacer. Cuanto mayor sea la preparación de una persona para hacer frente a factores de amenaza, menor será su vulnerabilidad (EPA, 2003). Obsérvese que pobreza y desnutrición pueden debilitar el sistema y mecanismos de adaptación de un individuo. La preparación está estrechamente ligada a la capacidad de respuesta y de recuperación, toda vez que ambas propiedades de la vulnerabilidad se relacionan con los sistemas y recursos de adaptación de un individuo, población o comunidad.

Capacidad de respuesta y de recuperación. Refleja rasgos que permiten a un individuo o comunidad paliar o sanar los efectos de la exposición a factores de deterioro ambiental (EPA, 2003). En algunos individuos la capacidad de recuperación es mayor porque disponen de más información sobre riesgos ambientales, salud y enfermedades; tienen acceso fácil a la atención médica, o están mejor alimentados. Al igual que ocurre con la preparación, pobreza y desnutrición pueden afectar negativamente y debilitar la capacidad de una persona para hacer frente a los factores de deterioro ambiental.

2.4 Comunidades resilientes

En este contexto, la resiliencia se entiende como la capacidad de una comunidad para responder proactivamente y recuperarse de la adversidad (Turner, 2010). Esta cualidad depende de la capacidad de la comunidad para preparar, coordinar y movilizar sus recursos sociales, económicos, políticos y culturales hacia sus objetivos comunes de mitigación de riesgos ambientales; resistencia o adaptación a los cambios negativos, y fomento de conductas positivas. Con la finalidad de aprovechar los recursos y conductas existentes para crear una comunidad resiliente, se precisan elementos de capital importancia como una participación comunitaria incluyente; alianzas y coaliciones fortalecidas entre grupos de interés; liderazgo local sostenido; educación adecuada en torno a los riesgos prevalentes; autosuficiencia; mayor capacidad (de anticipación de riesgos, de respuesta y de recuperación), y preparación individual y comunitaria para hacer frente a factores de amenaza.

Asimismo, para promover una comunidad más resiliente es necesario destinar acciones y recursos al entendimiento y abordaje de los factores individuales o comunitarios que incrementan la vulnerabilidad ante la contaminación y otros agentes de presión ambiental.

2.5 Evaluación de riesgos a escala comunitaria

La evaluación de riesgos a escala comunitaria⁷ (EREC) tiene como objetivo guiar pasos prácticos en actividades de preparación y mitigación encaminadas a reducir tanto la probabilidad de que sucedan emergencias negativas (catástrofes industriales, accidentes de trabajo, catástrofes naturales, etc.) como sus consecuencias cuando las primeras no se pueden evitar (Sanchez *et al.*, 2009). Además, este enfoque puede sentar bases muy sólidas, toda vez que integra datos científicos existentes y el conocimiento local comunitario en torno a diversos factores de salud ambiental a fin de monitorear y caracterizar la vulnerabilidad (de individuos, grupos de individuos o comunidades) en las condiciones actuales, o bien predecir escenarios futuros para ayudarles a incrementar su resiliencia. Las metas generales de esta evaluación participativa de riesgos a escala comunitaria incluyen:

- Proteger la salud humana y el medio ambiente, proporcionando a los responsables de la toma de decisiones información *in situ* que sirva para minimizar los riesgos representados por agentes ambientales.
- Crear conciencia y reunir información mediante el monitoreo de riesgos.
- Identificar áreas de preocupación y necesidades en cuanto a capacidad (para anticiparse a los riesgos, para responder, etcétera).
- Destinar y emplear recursos de acuerdo con las necesidades prioritarias de la comunidad.
- Apoyar la creación de programas y actividades (con las propias comunidades y con respecto a prioridades a escala nacional).
- Anticipar problemas de contaminación futuros.

⁷ En el contexto de la evaluación de riesgos a escala comunitaria, el término “comunidad” corresponde a una ubicación geográfica, como una villa o pueblo.

- Impulsar el desarrollo de capacidades para modificar la situación de la propia comunidad.
- Empoderar a las comunidades, de manera que tengan un mayor control e integren la reducción de riesgos a sus estrategias de vida cotidianas.

Una EREC típica reúne información de carácter muy diverso, como datos sobre riesgos y peligros locales, instalaciones de salud, medios de vida y resiliencia colectiva de la comunidad. Mediante la aplicación de este enfoque multidimensional, la comunidad con toda certeza hará suyos los programas y actividades que se deriven de la evaluación y participará en ellos, facilitando así su ejecución.

Sin embargo, la aplicación de las EREC enfrenta dificultades y restricciones. Uno de los desafíos fundamentales son las limitaciones de lo que efectivamente puede atenderse a escala de comunidad, ya que algunos factores de amenaza requieren actividades que las organizaciones comunitarias —en particular las que carecen de fondos— difícilmente pueden atender con sus propias acciones. Como resultado, no dispondrán de la información necesaria para establecer prioridades y minimizar los efectos de ciertos factores de riesgo (por ejemplo, emisiones industriales y vehiculares, gestión de cuencas, edificaciones con contenido de asbesto y pintura con plomo, etcétera). Al ser un enfoque multidisciplinario y de colaboración (que incluye gobiernos, científicos, organizaciones no gubernamentales, ciudadanos y otras partes locales interesadas), otra dificultad importante que se enfrenta al aplicar la EREC estriba en comunicar, comprender y atender las preocupaciones de los participantes. A menudo sucede, por ejemplo, que riesgos químicos graves identificados por la comunidad científica no están dentro de las principales preocupaciones de las comunidades, ya sea porque no se encuentran en los primeros lugares de su lista de prioridades o simplemente porque la comunidad ni siquiera está consciente de ellos: así, en ocasiones las comunidades se muestran reticentes a los cambios porque desconocen los riesgos químicos presentes o porque se han adaptado a vivir con ellos, o bien muchas veces dan prioridad a sus propios problemas cotidianos (que pueden —o no— incluir sustancias químicas ambientales).

Aunque la EREC no es una panacea para atender todos los aspectos de la exposición a contaminantes ambientales, sí se trata de una evaluación que puede contribuir a mejores estrategias de resiliencia y adaptación y que podría desempeñar un papel más importante si se utilizara de forma más sistemática.

3. El marco

3.1 Objetivo

Este documento marco presenta aquellos factores que es necesario considerar para evaluar la vulnerabilidad de un individuo o una comunidad⁸ a los riesgos que los contaminantes ambientales entrañan. Su propósito es ayudar a individuos y comunidades a tomar decisiones más informadas

⁸ En este caso, el término “comunidad” no se limita a una ubicación geográfica —villa, pueblo o ciudad—, sino que podría corresponder a una subpoblación humana (como mujeres embarazadas, grupos étnicos específicos o infantes y niños).

para proteger su salud ante agentes contaminantes, permitiéndoles identificar su vulnerabilidad a riesgos de salud, así como las medidas con que pueden mitigarlos.

Asimismo, el documento tiene como finalidad coadyuvar en la caracterización de la vulnerabilidad a la contaminación ambiental, con base en los conceptos analizados en los apartados anteriores y en material a disposición del público. Es necesario que creadores experimentados de herramientas⁹ estratégicas adapten la información reunida al contexto y al lenguaje de las comunidades identificadas, de manera que sea factible generar un conjunto variado de productos y herramientas diseñadas específicamente para estas comunidades a fin de reducir la vulnerabilidad a la contaminación ambiental. El marco reconoce la importancia de los determinantes sociales de la salud: acceso a atención médica, calidad de la educación, recursos disponibles en hogares y colonias, seguridad en el centro de trabajo y acceso a oportunidades sociales y económicas.

3.2 Alcance

Este documento pretende servir de base para los creadores de herramientas que deseen generar productos hechos a la medida de públicos seleccionados. En el marco se reconocen los factores sociales, culturales y socioeconómicos relacionados con la salud humana y se define la salud en términos del bienestar físico, mental, emocional, espiritual y social de una persona.

La gráfica 1 es un modelo conceptual esquemático que ilustra la relación entre la vulnerabilidad y las herramientas que se pueden crear para su abordaje, a saber: los elementos clave para evaluar la vulnerabilidad de grupos y comunidades identificados y lograr resultados sostenibles en materia de desarrollo de capacidades, así como las cuatro propiedades generales de la vulnerabilidad: exposición, susceptibilidad, preparación para hacer frente a factores de amenaza y capacidad de respuesta.

3.3 Elementos clave

El modelo conceptual se cimienta en cuatro elementos clave para evaluar la vulnerabilidad de grupos y comunidades identificados y lograr resultados sostenibles en materia de desarrollo de capacidades. Cada uno de estos cuatro elementos se describe a continuación.

3.3.1 Conocimiento basado en pruebas

La integración del conocimiento y la adopción de un lenguaje común entre los sectores interesados es un paso importante para lograr una mayor capacidad de reducción de la vulnerabilidad y mejorar la salud ambiental de las comunidades. Ello entraña dar un peso equivalente a los conocimientos tradicional y científico.

⁹ “Herramienta” es un término sumamente general y amplio que puede incluir información, estrategias, material impreso, portales de Internet, bases de datos, sistemas de información geográfica, videos, mensajes de radio, dibujos, narración de relatos, fuegos sagrados, oraciones y otras ceremonias espirituales, al igual que otros métodos (Barzyk *et al.*, 2010).

Gráfica 1. Representación esquemática de la evaluación de la vulnerabilidad



3.3.2 Transdisciplinariedad

La transdisciplinariedad implica la participación no sólo de científicos sino también de representantes comunitarios (funcionarios gubernamentales incluidos) y otros actores que, además de poseer conocimientos particulares del problema, desempeñan un papel en su solución. La compleja interacción entre los diversos factores sociales, económicos y ambientales vinculados a la salud exige estrategias integrales que trasciendan marcos inter o multidisciplinarios.¹⁰ Un enfoque transdisciplinario permite a científicos de distintos ámbitos y a colaboradores clave formular una visión común y, al mismo tiempo, conservar la riqueza y solidez de sus respectivas áreas del conocimiento (Lebel, 2003). Asegura, además, que se abordará el problema desde distintas perspectivas.

3.3.3 Participación comunitaria

La participación y el compromiso son fundamentales a efecto de mejorar la capacidad de una comunidad para priorizar y atender sus propias necesidades en materia de salud y medio ambiente, de forma que se llegue a un entendimiento compartido de la problemática en cuestión.

¹⁰ Los términos “multidisciplinario”, “interdisciplinario” y “transdisciplinario” se utilizan cada vez más en la investigación sobre salud ambiental, pero suelen definirse de manera ambigua e incluso utilizarse de modo intercambiable. Choi y Pak (2006, 2007) hicieron una revisión integral de las definiciones y usos de estos términos, que se pueden resumir de la siguiente manera: la multidisciplinariedad aprovecha el conocimiento extraído de diferentes disciplinas, pero se mantiene dentro de las fronteras de éstas; la interdisciplinariedad analiza, sintetiza y armoniza vínculos entre disciplinas en un todo coordinado y coherente; y la transdisciplinariedad integra las ciencias naturales, sociales y de la salud, trascendiendo sus fronteras tradicionales y adoptando un enfoque más holístico, con frecuencia basado en la confianza mutua.

Los miembros de la comunidad o sus representantes participan activamente para compartir conocimientos y generar soluciones.

El fortalecer alianzas y coaliciones y el establecer lazos de cooperación a largo plazo entre grupos de interés encaminarán a las comunidades a aumentar su autosuficiencia y capacidad para hacer frente a problemas de salud ambiental específicos.

3.3.4 Justicia ambiental y de género

Se usa el término “justicia” en su sentido más amplio, no únicamente con la connotación de equidad social y de género, sino también de justicia ambiental (incluidas deuda ecológica y legado ecológico a las generaciones futuras), derecho a la información y respeto hacia las prioridades e intereses de una comunidad. Así, equidad para los habitantes de toda América del Norte implica que toda persona debe gozar de un medio ambiente saludable donde vivir, aprender, jugar y trabajar. También se debe reconocer que la salud tiene una dimensión de género, que más allá de las diferencias fisiológicas abarca características culturales que distinguen la conducta social de hombres y mujeres, y las relaciones de ambos géneros entre sí (Lebel, 2003).

3.4 Identificación de factores que caracterizan la vulnerabilidad ante la contaminación ambiental

Los factores listados en el cuadro 2, para cada una de las propiedades que caracterizan la vulnerabilidad, se seleccionaron bajo la premisa de que es necesario comprender la interacción que existe entre aspectos sociales y contaminantes ambientales, y por qué algunos individuos, grupos o comunidades son más vulnerables que otros a los efectos de salud de las sustancias tóxicas. Estos factores están intrínsecamente correlacionados y sirven para describir diferentes atributos de la vulnerabilidad. Un caso ilustrativo es la vulnerabilidad inherente de los niños, que a su vez puede verse influenciada en forma drástica por los factores sociales prevalentes. Por ejemplo, un estatus socioeconómico bajo a menudo significa desnutrición, vivienda de mala calidad en vecindarios segregados (muchas veces en las proximidades de instalaciones industriales o emisiones vehiculares) y acceso restringido a diversos recursos (como alimentos sanos y asequibles, escuelas, servicios médicos, etc.), lo que a su vez puede conducir en el futuro al subempleo o incluso al desempleo e incluso dar lugar a diversos problemas psicosociales y económicos: depresión, aumento de enfermedades crónicas, violencia, consumo de tabaco y alcohol, abuso de fármacos y muchos otros efectos en la salud (Sexton y Hattis, 2006; Menzie *et al.*, 2007). Este ejemplo ilustra las relaciones complejas entre los diversos factores que inciden la vulnerabilidad.

Cuadro 2. Factores que influyen la vulnerabilidad frente a la exposición ambiental a sustancias químicas

Exposición	Susceptibilidad	Preparación para hacer frente a factores de amenaza	Capacidad de respuesta
<p><i>Factores de emisión de sustancias químicas (en la fuente):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de sustancia (propiedades fisicoquímicas, asociación con otras sustancias de las mezclas) • Medio de emisión (aire, agua, suelo) • Sitio de emisión (por ejemplo, proximidad a áreas pobladas) • Rutas de exposición múltiples (a uno o varios contaminantes) <p><i>Factores ambientales (naturales y creados):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Calidad y densidad habitacional • Patrones de uso del suelo • Infraestructura sanitaria • Densidad de tráfico vehicular • Ruido • Región geográfica; zona climática • Proximidad a emisiones de sustancias químicas (por ejemplo, a sitios industriales y de reciclaje) 	<p><i>Factores biológicos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Edad • Sexo • Susceptibilidad genética • Agentes de deterioro (por ejemplo, padecimiento de enfermedades agudas y crónicas) • Sistema inmunitario debilitado • Condiciones de salud preexistentes • Exposición repetitiva (a uno o múltiples agentes biológicos de deterioro o presión) <p><i>Factores psicosociales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Raza u origen étnico • Estatus socioeconómico (incluido grado de estudios) • Estado emocional (depresión, ansiedad, estrés, etc.) • Capital social • Autoeficacia y empoderamiento (por ejemplo, capacidad para 	<p><i>Factores estructurales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura de salud y escolar (por ejemplo, acceso a servicios de salud y educativos asequibles) • Economía local • Vivienda • Condiciones físicas del vecindario • Patrones de uso del suelo • Empleo (desempleo o subempleo) • Acceso a información y recursos • Ingresos • Estado de salud (por ejemplo, salud debilitada) • Empoderamiento (capacidad para participar en procesos de toma de decisiones) • Barreras del idioma • Acceso a canales de comunicación <p><i>Factores psicosociales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Estatus socioeconómico (incluido grado de 	

<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad climática • Desastres naturales <p><i>Factores psicosociales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Papeles de género • Raza u origen étnico • Estatus socioeconómico • Segregación • Estrés <p><i>Factores de tipo conductual:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Exposición laboral • Exposiciones pasadas • Patrones de actividad y horarios • Uso de productos (y forma de uso) • Dieta • Prácticas de subsistencia 	<p>participar en procesos de toma de decisiones)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agentes de estrés social crónicos y agudos (conflictos, delitos, violencia, etc.) <p><i>Factores de tipo conductual:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Higiene • Dieta • Consumo de tabaco y abuso de fármacos o sustancias tóxicas 	<p>estudios)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estado emocional (depresión, ansiedad, estrés, etc.) • Capital social • Autoeficacia y empoderamiento (por ejemplo, capacidad para participar en procesos de toma de decisiones) • Agentes de estrés social crónicos y agudos (conflictos, delitos, violencia, etc.) • Discriminación <p><i>Factores de tipo conductual:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nutrición • Higiene • Dieta • Uso de productos • Consumo de tabaco y abuso de fármacos o sustancias tóxicas • Prácticas de subsistencia • Prácticas religiosas, espirituales y culturales
---	--	---

3.4.1 Exposición

3.4.1.1 Factores ambientales

Ubicación geográfica

El lugar donde vive un individuo puede afectar drásticamente su exposición a contaminantes químicos. Ciertas poblaciones están expuestas a contaminantes, como COP y mercurio, aun estando ubicadas en regiones alejadas de las fuentes de emisión puesto que dichas sustancias recorren el planeta transportadas por corrientes atmosféricas y oceánicas (EC, 2003; GEO-5, 2012). Además, numerosos estudios han concluido que las comunidades pobres y las minorías raciales o étnicas tienden a vivir en zonas marginadas, donde las propiedades son más baratas y esto atrae a fabricantes e industriales que erigen ahí sus plantas de producción.

En otras situaciones ocurre lo contrario: los inmuebles se deprecian en zonas donde se ubican las instalaciones fabriles. Cualquiera que sea el caso, las instalaciones industriales suelen emitir sustancias tóxicas y las personas que viven o trabajan cerca de ellas están potencialmente expuestas a estas sustancias (Morello-Frosch *et al.*, 2011). Este factor de riesgo también aplica a las personas que viven o trabajan cerca de vías o carreteras con alta afluencia vehicular.

La segregación habitacional ha sido vinculada a numerosos efectos en la salud (como asma, trastornos neurológicos y respiratorios, y muerte fetal) causados por la exposición a contaminantes ambientales, las privaciones económicas y un menor acceso a los recursos.

Variabilidad climática

Se prevé que las alteraciones del clima —que afectan las condiciones de temperatura y precipitación, el riesgo de inundaciones y sequías, el repliegue de la capa de hielo marino, los niveles de ozono y la calidad del aire— influirán también en el destino, distribución, toxicidad y comportamiento de los contaminantes químicos (Noyes *et al.*, 2009; Ma *et al.*, 2011; Pascal *et al.*, 2012). La naturaleza de los efectos en la salud asociados a la variabilidad climática y la capacidad de individuos y comunidades para adaptarse y hacerles frente dependerán de muchos factores (OMS, 2012; Health Canada, 2011), por ejemplo: distribución por edad; condiciones de salud preexistentes; entornos físico, biológico y social, y variables sociales y económicas (educación, acceso a servicios médicos, empleo, economía local, etcétera).

3.4.1.2 Factores psicosociales

*Roles de género*¹¹

Las diferencias de género en la exposición están bien documentadas en el caso de muchas sustancias. Cada sociedad tiende a asignar roles de género (papeles, funciones, responsabilidades)

¹¹ Es importante aclarar las diferencias entre los términos *sexo* y *género*, que con frecuencia se utilizan erróneamente de modo intercambiable. El *sexo* se refiere a las características biológicas distintivas reconocidas entre hombres y mujeres (composición hormonal, órganos sexuales internos y externos, etcétera). En contraste, el *género* alude a los roles (papeles, funciones y responsabilidades) de hombres y mujeres, determinados social y culturalmente. El *género* está relacionado con la forma en que hombres y mujeres son percibidos y se espera que actúen, como consecuencia de la forma en que la sociedad está organizada, pero no por sus diferencias biológicas (OMS, 1998). La exposición a contaminantes se ve influida por diversos factores, como distribución química y diferencias sociales, laborales y conductuales.

que diferencias e influyen en las actividades y en la conducta de hombres y mujeres, niños y niñas. Por tradición, el rol de las mujeres ha sido el de cuidadoras y de encargadas de las labores del hogar, lo que puede elevar el riesgo de exposición a la contaminación del aire intramuros y a las sustancias químicas presentes en productos de limpieza y plaguicidas. Por ejemplo, en relación con los roles de género dentro del hogar en comunidades específicas, cabe destacar que el uso doméstico de combustibles sólidos (para cocinar y para calefacción) provoca que, en comparación con los hombres, las mujeres presenten niveles más elevados de ciertos contaminantes (como monóxido de carbono, partículas sólidas, hidrocarburos y dióxido de nitrógeno) asociados a numerosos problemas respiratorios (Butter, 2006; Romieu *et al.*, 2009).

Estrés

El estrés puede influir en la dosis interna de un contaminante y posteriormente modificar los umbrales de toxicidad al debilitar el sistema inmunitario y aumentar el índice de absorción de sustancias tóxicas por medio de incremento en la respiración, transpiración y consumo (Gordon, 2003; De Fur *et al.*, 2007).

3.4.1.3 Factores conductuales

Vías de exposición singulares

Algunas comunidades padecen exposición ambiental de naturaleza muy singular en virtud de sus prácticas culturales, espirituales, ceremoniales y religiosas o a su estatus socioeconómico. Por ejemplo, dependiendo del origen y de las especies consumidas, la dieta con alto consumo de peces o mamíferos marinos puede presentar riesgos para la salud derivados de la exposición a contaminantes como mercurio, plaguicidas y otros contaminantes orgánicos persistentes (Dallaire *et al.*, 2004; Van Oostdam *et al.*, 2004; Hightower *et al.*, 2006). Además, los efectos combinados de la exposición geográfica y los patrones de comportamiento prevalentes pueden afectar a ciertos individuos o comunidades (así ocurre, por ejemplo, en el caso de las personas que hacen mucho ejercicio a lo largo de carreteras muy transitadas o las que consumen alimentos provenientes de fuentes contaminadas).

Exposición laboral

La exposición laboral puede ser directa (en el lugar de trabajo) o indirecta (en el hogar) y constituye una fuente de inequidad ambiental. Tomemos como ejemplo a trabajadores agrícolas, jardineros y habitantes rurales, quienes pueden estar más expuestos a los plaguicidas (Eskenazi *et al.*, 1999; Baldi *et al.*, 2003; Pearce *et al.*, 2006). Según estimaciones de la OMS, alrededor de tres por ciento de los trabajadores agrícolas expuestos en todo el mundo sufren de un episodio de envenenamiento agudo con plaguicidas al año (Thundiyil *et al.*, 2008). Asociadas con el género y la edad de los trabajadores, estas desigualdades se ven magnificadas.

La exposición laboral indirecta es la que sufren miembros de la familia que pueden estar expuestos a sustancias químicas que el trabajador introduce inintencionalmente en el hogar (por ejemplo, en la ropa). Así, trabajadores y familias de clases trabajadoras pueden estar más expuestos que otros que no llevan esta carga adicional.

3.4.2 Susceptibilidad

Los efectos por exposición a sustancias químicas varían de una persona a otra. Si dos individuos se ven expuestos a una misma concentración de sustancias químicas durante el mismo periodo de tiempo, la exposición puede, por ejemplo, producir efectos negativos en la salud del primero, pero ningún efecto o efectos leves en el segundo.

Suponiendo que las demás condiciones son las mismas, individuos y comunidades minoritarias o de bajos ingresos por lo general corren más riesgos de sufrir efectos en la salud relacionados con la contaminación ambiental que la población general, incluso a niveles de exposición iguales. Diversos estudios han demostrado que factores como pobreza, mala nutrición, consumo de tabaco y alcohol, condiciones de salud preexistentes (como obesidad, diabetes y enfermedades respiratorias y cardiovasculares), estrés psicosocial y falta de acceso a comida sana y servicios de salud asequibles, a información y a áreas verdes y programas recreativos de alta calidad contribuyen a que individuos pertenecientes a minorías y con bajos ingresos sean más susceptibles a riesgos de salud, como los derivados de la exposición a contaminantes ambientales (Rios *et al.*, 1993; Gee y Payne-Sturges, 2004; Morello-Frosch *et al.*, 2011; Henning *et al.*, 2012).

3.4.2.1 Factores biológicos

Edad

Los adultos mayores (es decir, personas de 65 años o más) y la población infantil (incluidos fetos, recién nacidos, bebés, infantes, niños y adolescentes) con frecuencia son más susceptibles a los factores de amenaza una vez que han estado expuestos a contaminantes ambientales.

La susceptibilidad en infantes y niños se agudiza debido a sus diferencias fisiológicas —como índices y grado de absorción, distribución, metabolismo y excreción de sustancias químicas— y psicológicas —actitudes y comportamientos— en comparación con los adultos (Faustman *et al.*, 2000). En el recuadro 1 se abunda en el tema de la susceptibilidad de la población infantil a contaminantes ambientales y se mencionan métodos efectivos para disminuir su exposición a las sustancias químicas.

Los adultos mayores, por su parte, son más susceptibles en virtud de que sus sistemas cardiovascular y respiratorio están debilitados y su respuesta inmunitaria, alterada; también debido a una mayor prevalencia de ciertas enfermedades y trastornos, y a sus condiciones médicas, de aislamiento social y de limitaciones funcionales y de movilidad (Sandström *et al.*, 2003).

Recuadro I: Susceptibilidad infantil a las sustancias químicas en el medio ambiente

Paracelso declaró en una ocasión que “todas las cosas son veneno, y no hay nada que no lo sea; únicamente la dosis hace que una cosa no sea veneno”. Esta declaración, sin embargo, sólo se refiere a la magnitud de la exposición y no abarca las relaciones bien establecidas entre exposición y toxicidad. El momento de la exposición, por ejemplo, es un factor crítico que determina si una sustancia química será tóxica para un individuo expuesto. La exposición a sustancias químicas (como contaminantes atmosféricos, plomo, mercurio, plaguicidas, perturbadores endocrinos) durante las etapas prenatal y postnatal temprana puede tener efectos importantes en el desarrollo y crecimiento del bebé, predisponiéndolo a enfermedades durante la adolescencia y en la vida adulta (Tulve *et al.*, 2002; CCA, 2006a y 2006b; Xue *et al.*, 2007). Asimismo, algunas sustancias (como metales traza y dioxinas) son transmitidas al bebé a través de la leche materna.

Por sus características conductuales y fisiológicas únicas, la población infantil está más expuesta y resulta más susceptible a los contaminantes del ambiente. Los recién nacidos y los infantes generalmente están más expuestos a estos contaminantes que los adultos porque su superficie de absorción es relativamente más extensa, respiran más rápido, comen y beben con más frecuencia y constantemente se llevan las manos y objetos a la boca. Además, una vez expuestos, son más vulnerables a estos contaminantes ambientales porque sus órganos y sistemas corporales, incluido el inmunitario, aún están inmaduros y en pleno desarrollo (Nwachuku y Gerba, 2004; Xue *et al.*, 2010).

Las mujeres embarazadas pueden reducir de manera efectiva su exposición a las sustancias químicas mediante diversas acciones, entre las que cabe destacar:

- limitar el consumo de mamíferos marinos y de peces con alto contenido de mercurio, aunque para ciertas poblaciones esto puede crear conflicto con sus prácticas culturales y espirituales (Mozaffarian y Rimm, 2006);
- lavar frutas y verduras antes de consumirlas;
- evitar el contacto con plaguicidas, fertilizantes y otras sustancias químicas de uso doméstico;
- saber qué sustancias químicas contienen los productos de limpieza para el hogar y el cuidado personal, y
- evitar áreas con contaminación conocida del suelo, agua o aire (Gobierno de Canadá, 2012).

Estructura genética

Según diversos estudios, ciertas variaciones genéticas desencadenan alteraciones fisiológicas y, a la larga, pueden incrementar los efectos de ciertos contaminantes en la salud; por ejemplo, la incidencia de la contaminación atmosférica en las enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (Morello-Frosch *et al.*, 2011). En el recuadro II se presenta un breve análisis de los posibles efectos que la exposición a sustancias químicas tiene en la predisposición y susceptibilidad de generaciones futuras a efectos en la salud.

Recuadro II: Susceptibilidad genética

Epigenética: Durante las últimas dos décadas aumentaron las investigaciones en torno a los posibles efectos que la exposición a sustancias químicas en el ambiente tiene en los cambios heredables de la expresión génica —fenómeno también conocido como epigenética— y también sobre la probabilidad de la predisposición de generaciones futuras a ciertas condiciones de salud y enfermedad.

Un corpus de literatura científica cada vez más extenso indica que ciertas sustancias —como algunos metales traza, benceno, vinclozolina, metoxicloro, contaminantes atmosféricos peligrosos, partículas sólidas, bifenilos policlorados (BPC), dioxinas, bisfenol A y otras— pueden desencadenar cambios epigenéticos, conduciendo a modificaciones de larga duración en la expresión génica (Anway *et al.*, 2005; Jirtle y Skinner, 2007; Baccarelli y Bollati, 2009; Bollati y Baccarelli, 2010; Skinner *et al.*, 2010; Kundakovic y Champagne, 2011; Guillette e Iguchi, 2012; Herbstman *et al.*, 2012). Diversos estudios han demostrado que dada la bioacumulación de las dioxinas y su vida media en humanos (hasta de una década de duración), una mujer que se embarace incluso 20 años después de la haber estado expuesta a dioxinas corre el riesgo de transmitir los efectos tóxicos de las dioxinas al feto y a generaciones posteriores (Boekelheide *et al.*, 2012; Manikkam *et al.*, 2012a, 2012b). Por ejemplo, un estudio realizado en la población de Seveso, Italia, que en 1976 estuvo expuesta a altas dosis de dioxinas debido a un accidente industrial, documentó efectos en la salud de hijos de mujeres que concibieron hasta 25 años después de la exposición inicial a las dioxinas (Baccarelli *et al.*, 2008).

La epigenética se ha convertido en una herramienta para crear biomarcadores y predecir en qué casos los individuos expuestos estarán en riesgo y quiénes serán más susceptibles a desarrollar una enfermedad.

Metabólica: También ha quedado de manifiesto que la genética desempeña un relevante papel en cuanto a determinar la forma en que un individuo habrá de metabolizar cierta sustancia química. El estudio del perfil de metabolitos único de los individuos se conoce como metabólica. Puesto que la toxicidad de muchas sustancias químicas se debe a su bioactivación o conversión metabólica en otra sustancia química, la estructura genética de un individuo es un determinante fundamental de la vulnerabilidad al riesgo representado por sustancias cuya toxicidad da lugar a la producción de metabolitos tóxicos. De manera similar, la estructura genética también determina de manera importante el grado al que una persona responderá clínicamente a un medicamento y si lo va a tolerar. Las implicaciones de la genética en la variabilidad individual de la respuesta a los fármacos (farmacogenómica) están comenzando a afectar la formulación de medicamentos y un número creciente de etiquetas de medicinas aprobadas por la FDA ahora contienen información farmacogenómica (Ginsburg *et al.*, 2005; Frueh *et al.*, 2008). La integración y el uso de biomarcadores genéticos en la formulación y regulación de medicamentos, así como en la práctica clínica, sin duda seguirán aumentando (Marrer y Dieterle, 2007).

3.4.3 Preparación para hacer frente a factores de amenaza y capacidad de respuesta

3.4.3.1 Factores psicosociales

Capital social

Al igual que ocurre con las relaciones de confianza mutua, ayuda y solidaridad entre individuos y redes sociales, el capital social puede desempeñar un importante determinante en cuanto a la capacidad para prevenir, resistir o recuperarse de riesgos ambientales, a cuya mitigación pueden además contribuir los recursos institucionales, sociales y vecinales. Por ejemplo, las relaciones sociales de apoyo y la camaradería en el trabajo pueden ayudar a fomentar la salud y el bienestar y, por ende, a reducir los efectos de los riesgos ambientales (Gee y Payne-Sturges, 2004).

Autoeficacia

Un elemento de relevancia al caracterizar la vulnerabilidad a riesgos ambientales es el sentido de autoeficacia de un individuo o de una comunidad: que se perciba con capacidad de gestión y que participe de manera activa y significativa en los procesos de toma de decisiones en materia ambiental y de salud. Entre los factores que contribuyen a disminuir la participación se incluyen las barreras del idioma (que conducen a conexiones más limitadas y a menores influencia y acceso a la información), cuestiones socioculturales, falta de confianza, desinformación, escasa participación política y electoral, acceso limitado a recursos técnicos y legales, e incapacidad para acceder a canales de comunicación tradicionales (Hamilton, 1993; Pastor *et al.*, 2001).

3.5 Herramientas para evaluar la vulnerabilidad de individuos y de comunidades

Existen muy diversas herramientas en línea, así como artículos científicos revisados por pares, hojas informativas, programas y directrices, que describen la vulnerabilidad de un individuo o una comunidad a los contaminantes químicos, por ejemplo: C-FERST (Herramienta de monitoreo de exposición y riesgos centrada en la comunidad, *Community-Focused Exposure and Risk Screening Tool*), CEVA (Evaluación de vulnerabilidades ambientales acumulables, *Cumulative Environmental Vulnerabilities Assessment*) y el Marco para la Evaluación de Riesgos Acumulables (*Framework for Cumulative Risk Assessment*) de la EPA estadounidense. La mayoría de estas herramientas incluye un componente de cartografía geoespacial con el que se pueden ver y superponer datos públicos, como emisiones de sustancias químicas, fuentes de contaminación, concentraciones de sustancias químicas en el ambiente, información socioeconómica y demográfica y servicios ecosistémicos. La información se suele desplegar de manera restringida a una localidad específica, generalmente determinada por la dirección postal.

En la actualidad, la mayoría de las herramientas de monitoreo están disponibles en línea y esto las hace sumamente accesibles, salvo a personas sin acceso a Internet, como comunidades de bajos recursos, rurales o remotas de toda América del Norte (Medina Vera *et al.*, 2010). Entre las limitaciones reconocidas de estas herramientas se incluyen: indicadores ambientales relativamente en bruto, metodologías imperfectas para comparar y sopesar diferentes factores, falta de caracterización de la exposición doméstica y el hecho de que los grupos creados en función de la dirección (por código postal, por ejemplo) no muestran las disparidades dentro del

grupo (Huang y London, 2012). El apéndice B contiene una lista de algunas herramientas, sitios web y bases de datos disponibles.

3.6 Aplicación

El presente documento marco ha sido elaborado con la idea de que su uso se difunda en toda América del Norte. En particular, sirve como plataforma para fomentar la cooperación y transferencia de conocimientos entre grupos de interés, lo que permite una comunicación más eficaz, equitativa y abierta, al tiempo que fortalece la perspectiva comunitaria en los procesos de toma de decisiones que abordan preocupaciones de índole ambiental. Además, el marco puede representar un paso significativo en la creación de un directorio multidisciplinario o red de individuos y organizaciones de América del Norte con interés en la salud ambiental, y por consiguiente, impulsar el establecimiento de alianzas sólidas, amplias y sustentables entre sectores interesados.

Más aún, con la ayuda de este material es factible crear herramientas a la medida para caracterizar la vulnerabilidad de comunidades específicas ante la contaminación ambiental. Estas herramientas —claras, sencillas y fáciles de usar (es decir, con vocabulario comprensible y disponibles en varios idiomas)— deben considerar alternativas a los recursos en línea, por ejemplo: documentos impresos, programas de radio, caricaturas (impresas y en video), enfoques multimedia holísticos (que saquen ventaja de diversas prácticas culturales), mensajes telefónicos y software o aplicaciones que no requieran acceso a internet.

El marco también promoverá el intercambio de información entre gobiernos y el uso de recursos de la CCA, incluidos proyectos de base comunitaria como la Alianza de América del Norte para la Acción Comunitaria Ambiental (NAPECA, por sus siglas en inglés), la base de datos de *En balance en línea* con información sobre emisiones y transferencias de contaminantes industriales en América del Norte, y otras bases de datos.

Numerosos beneficios sostenibles pueden derivarse del uso del documento marco para:

- Planear y organizar evaluaciones de riesgos, así como evaluaciones integrales sobre impactos en la salud ambiental.
- Diseñar herramientas con las cuales definir y establecer prioridades en cuanto a comunidades que requieran de una intervención urgente; por ejemplo, métodos para detectar y evaluar fuentes de contaminación.
- Motivar y fomentar diálogos multisectoriales que, a su vez, contribuyan a sensibilizar a la comunidad e impulsar la solución conjunta de problemas.
- Fomentar pensamientos y acciones más holísticas, eliminando el acostumbrado aislamiento (científico, religioso, espiritual, institucional, jurisdiccional, geográfico) entre las distintas disciplinas.

4. Desafíos

La implementación del presente marco no está exenta de desafíos y requerirá cambios profundos en distintas escalas. La inmensa diversidad de culturas, conocimientos, líneas de pensamiento y creencias, idiomas y dialectos, derechos territoriales y formas de gobierno y educación en América del Norte representa un gran reto para la implementación del documento marco. Por consiguiente, habrá necesidad de recurrir a nuevas herramientas operativas de amplia difusión a fin de instrumentarlo y usarlo en todo su potencial. Este apartado describe brevemente algunos de los desafíos más importantes en cuestión, y ofrece algunas estrategias para abordarlos.

4.1 Participación comunitaria

La participación comunitaria debe orientarse hacia las alianzas de colaboración (por ejemplo, coaliciones en la toma de decisiones), más que a las consultas. Es preciso generar al interior de las comunidades un sentido de pertenencia y responsabilidad frente a inquietudes sobre salud ambiental. La formulación de procesos de participación sólidos es una tarea nada sencilla e implica lidiar con las dificultades inherentes al involucramiento de los diversos sectores de interés (cuestiones de tiempo, recursos, definición de sectores, necesidad de confianza y entendimiento mutuos, y participación obstaculizada por la desconfianza de algunos participantes, entre otras).

Estrategias para la acción: Todos los miembros de la comunidad deben participar de una u otra forma en la prevención de la contaminación y la adopción de prácticas que reduzcan la exposición a las sustancias químicas. Por ejemplo:

- *Gobiernos, organizaciones no gubernamentales e industrias del sector privado deben trabajar conjuntamente para apoyar la formulación de políticas que brinden protección contra los riesgos —conocidos y supuestos— que las sustancias químicas en el ambiente entrañan.*
- *Los representantes de la industria deben actuar para reducir sus emisiones de sustancias químicas y encontrar alternativas más respetuosas del medio ambiente.*
- *Los gobiernos deben ayudar a garantizar el acceso a servicios médicos de calidad, alimentos seguros y un medioambiente con menos riesgos químicos.*
- *La comunidad científica y los profesionales del campo de la medicina han de aportar conocimientos, experiencia e información sobre la forma en que las sustancias químicas y sus mezclas presentes en el medio ambiente afectan a las comunidades vulnerables, y cómo evitar o por lo menos reducir la exposición y tratar las enfermedades.*
- *Los sindicatos han de abogar por los intereses de los trabajadores (aun los de temporada y migrantes).*
- *Individuos, padres y familias deben proveer un ambiente seguro en el hogar para niños, ancianos y otros miembros de la familia.*
- *La ciudadanía puede reducir la contaminación por medio de acciones individuales, cambios en sus patrones de consumo (uso de vehículos, plaguicidas, productos de cuidado personal, cosméticos, productos de limpieza del hogar, etc.) y participación en*

audiencias públicas a fin de incitar a promotores industriales y comerciales, así como a las autoridades locales, para que actúen siguiendo el principio de precaución (es decir, previniendo la contaminación).

4.2 Conocimiento científico

Mediante iniciativas de investigación que respondan a necesidades inmediatas de intervención y en relación con la toma de decisiones, los científicos deben aumentar el conocimiento en torno a la exposición humana a mezclas de sustancias químicas presentes en el medio ambiente. Uno de los mayores retos para los investigadores estriba en lograr una comunicación efectiva (en lenguaje común) con los miembros de las comunidades, y al mismo tiempo reunir, integrar y entender el saber tradicional como complemento del trabajo científico. Se anticipa que la traducción de los conocimientos tradicional y conocimiento a formas mutuamente inteligibles y de fácil acceso para los responsables de la toma de decisiones entrañará un grave reto (Berkes *et al.*, 2007). El entendimiento, la relación y la conexión que los pueblos indígenas tienen con la naturaleza hacen de su saber tradicional un elemento esencial para comprender mejor los vínculos entre medio ambiente y salud de la población.

***Estrategia para la acción:** La creación de coaliciones estratégicas con ciudadanos respetados al interior de sus comunidades en virtud de sus conocimientos (ancianos, jefes y líderes, chamanes, maestros, médicos y curanderos, entre otros) permitirá integrar narraciones y relatos tradicionales, al igual que otras formas de conocimiento e información locales, como calendarios estacionales con identificación de zonas de cosecha.*

Otro gran reto es la incertidumbre científica. Dados el sinfín de sustancias y mezclas químicas que pueden producirse y actualmente disponibles, además de los productos derivados que pueden generarse a partir de su interacción en el medio ambiente, resulta extremadamente complicado —si no casi imposible— elucidar la toxicidad de todos estos compuestos y sus posibles combinaciones químicas. Aunado a lo anterior, resultaría imposible medir todas las sustancias químicas a que están expuestos los seres humanos y los ecosistemas, y sus posibles mezclas en todos los medios. Otros factores que contribuyen a aumentar la incertidumbre incluyen:

- Numerosas sustancias químicas se transforman en el organismo, y los productos nuevos así producidos pueden, a su vez, tener una actividad biológica similar o distinta de la de la sustancia original, por lo que incluso una sola sustancia química puede convertirse en mezcla funcional una vez que se introduce al cuerpo humano.
- Una sola sustancia química puede producir diferentes efectos en la salud cuando la exposición ocurre en grupos de edad distintos, o en función de la duración y magnitud de la exposición.

Estrategias para la acción:

- *Reunir las opiniones de expertos representativos de una gama diversa de disciplinas científicas.*

- *Adoptar un enfoque iterativo para abordar y caracterizar la incertidumbre empleando los mejores conocimientos disponibles.*

4.3 Involucramiento gubernamental

Corresponde a las autoridades gubernamentales desempeñar un importante papel en la protección y el mejoramiento de la salud y el bienestar de sus gobernados, así como en la reducción de la deuda ecológica que se heredará a las generaciones futuras. Por eso se precisa de su participación activa en el apoyo a las comunidades en sus esfuerzos por proteger el medio ambiente y salvaguardar su salud. Uno de los mayores retos que las instituciones oficiales podrían enfrentar al aplicar este marco es la asignación de recursos para respaldar programas de salud ambiental que generen herramientas con las cuales las comunidades puedan caracterizar su vulnerabilidad, así como el apuntalamiento de programas de prevención de la contaminación (por ejemplo, mediante el financiamiento a investigaciones sobre producción química respetuosa del medio ambiente). De hecho, el financiamiento a largo plazo de este tipo de programas puede reducir los costos del gobierno (por ejemplo, en la medida en que se establezcan alianzas estratégicas con organizaciones sin vinculación gubernamental, la industria y grupos comunitarios).

***Estrategia para la acción:** Con su enfoque transdisciplinario, este documento marco fomentará la interacción entre instituciones oficiales relacionadas con muy diversos campos: legislativo, ambiental y de salud, así como de información geográfica, demográfica y socioeconómica, que generalmente trabajan de manera independiente una de la otra. La eliminación del “aislamiento institucional” puede ampliar la perspectiva en cuanto a las preocupaciones en materia de salud ambiental, en particular con respecto a las comunidades vulnerables.*

4.4 Comunicación y transferencia del conocimiento

El intercambio de conocimientos, experiencias, relatos y narraciones entre sectores interesados reviste una importancia fundamental en la implementación exitosa del marco. Esto requiere crear un lenguaje común a los diversos sectores (autoridades, defensores de la justicia ambiental, científicos, ciudadanos, representantes de la industria). Las lagunas en la comunicación, al igual que las diferencias que pudieran surgir entre los distintos grupos de interesados y jurisdicciones en relación con la capacidad para elaborar herramientas útiles, podrían significar un desafío de peso en el uso del documento.

***Estrategias para la acción:** La contextualización del documento marco y la creación de herramientas de comunicación dirigidas a la comunidad seleccionada serán de capital importancia. Además, respeto y comprensión de las prioridades de la comunidad son un elemento central para la implementación efectiva del documento marco.*

Deben fomentarse mecanismos de capacitación y formación para comunidades con los cuales demostrar la eficacia de las herramientas empleadas en otras comunidades de América del Norte

con preocupaciones similares. Redes, alianzas y recursos trinacionales —principalmente financieros— son los componentes centrales de la implementación estratégica del presente documento marco.

Con la ayuda de líderes comunitarios, organizaciones sin vinculación gubernamental, funcionarios de gobierno, defensores de la justicia ambiental y representantes industriales, cada grupo de individuos o comunidad puede adaptar la información presentada en este documento y formular no sólo las vías más eficaces para comunicarla, sino también las herramientas necesarias para aminorar su vulnerabilidad frente a la contaminación química. En tal sentido, resulta esencial una distribución lo más amplia posible del documento marco.

4.5 Producción y uso de sustancias químicas a escala mundial

Otro elemento importante al caracterizar la vulnerabilidad de individuos y comunidades a los riesgos representados por las sustancias químicas en el medio ambiente, estriba en que constantemente se producen y se introducen al comercio nuevas sustancias y que la producción anual de las ya existentes fluctúa según las demandas de los consumidores. Este hecho afecta no sólo las sustancias químicas específicas a las que podemos estar expuestos, sino también el grado de la exposición.

Se estima que la producción mundial de sustancias químicas crecerá a una tasa de tres por ciento anual, superando con mucho la tasa de crecimiento demográfico, calculada en 0.77 por ciento al año (ONU, 2004; GCO, 2013). Siguiendo esta trayectoria, la producción se habrá duplicado para el año 2024, en comparación con el nivel del año 2000 (OCDE, 2001; ACC, 2003; ONU, 2004). De resultar acertada esta proyección, aun cuando aumenten tanto el conocimiento de los riesgos como las estrategias de mitigación, también aumentarán la carga ambiental y el potencial de exposición a estas sustancias entre seres humanos y receptores ecológicos.

El tomar en consideración lo anterior para efectos de evaluación de riesgos será, sin duda, una tarea difícil, por varias razones. La primera es que el público en general rara vez se entera cuando una sustancia química nueva ingresa al mercado, ya sea como componente de un producto de consumo o para uso industrial, toda vez que dicha información pocas veces se encuentra a disposición de la ciudadanía. Asimismo, dado que la mayoría de los registros de emisiones y transferencias de contaminantes (como el Inventario de Emisiones Tóxicas de la EPA) no agregan con regularidad las nuevas sustancias químicas a sus listas, resulta difícil investigar si un establecimiento ubicado en la comunidad fabrica, procesa o usa en otra forma una nueva sustancia y, si lo hace, determinar la cantidad de la sustancia que anualmente está siendo liberada al medio ambiente o manejada como residuos.

También se desconocen los riesgos para la salud humana y el medio ambiente que pueden representar las sustancias químicas individuales que forman —o habrán de formar— parte del incremento esperado en la producción mundial. Tampoco se conocen los riesgos acumulables que puede representar la exposición múltiple a éstas y a otras sustancias químicas conocidas. Un factor que podría causar confusión al evaluar los riesgos representados por estas sustancias químicas es qué tanta información se tiene en relación con su peligrosidad y exposición. Ciertamente

que la mayoría de los países cuenta con autoridades ambientales del orden federal que imponen controles regulatorios a las sustancias químicas, pero las pruebas a que deben someterse las nuevas sustancias químicas para su introducción al comercio difieren con mucho de un país a otro (Wilson y Schwarzman, 2009). Por consiguiente, el país en donde se produce o utiliza una sustancia química muchas veces determina la existencia y disponibilidad de la información sobre toxicidad, al igual que otros aspectos relacionados con dicha sustancia.

Estrategias para la acción:

- *Lograr que representantes de la industria compartan datos de producción de sustancias químicas nuevas y existentes.*
- *Adoptar un enfoque iterativo para abordar y caracterizar la incertidumbre utilizando los mejores datos de producción disponibles.*

5. Conclusiones

Si bien es mucho lo que se sabe sobre los impactos de las sustancias químicas en la salud de los seres humanos y los ecosistemas, el conocimiento de que disponemos al respecto es aún insuficiente. Dados los numerosos factores que pueden afectar la salud (contaminación química, enfermedades infecciosas y crónicas, género, estatus socioeconómico y marginalidad) y las complejas interacciones que ocurren entre ellos, continúa siendo difícil estimar con exactitud los efectos de la contaminación ambiental en la salud.

Este documento marco recalca y aborda dichas interacciones entrelazadas y presenta una lista de factores —incluidos agentes químicos y no químicos de deterioro ambiental— que deben considerarse al momento de caracterizar la vulnerabilidad de un individuo o una comunidad a las consecuencias de la contaminación en la salud. *Su formulación responde al propósito de lograr una amplia distribución y uso extendido en toda América del Norte, así como apoyar la creación de herramientas con las cuales caracterizar la vulnerabilidad de comunidades objetivo frente a los riesgos ambientales.*

El marco puede servir de *base para la planeación y realización de evaluaciones integradas de riesgos para la salud atribuibles a las condiciones ambientales* y como apoyo para *identificar y jerarquizar aquellas comunidades que necesiten intervención urgente, proporcionando herramientas de selección y evaluación de las fuentes de contaminación. Asimismo, puede emplearse a fin de promover el diálogo entre múltiples sectores de interés para mejorar la comprensión y la resolución conjunta de problemas por parte de la comunidad.*

La implementación del presente marco entraña oportunidades y desafíos, y *requerirá cambios profundos en distintas escalas. Más aún, habrá necesidad de recurrir a nuevas herramientas operativas de amplia difusión a fin de instrumentarlo y usarlo en todo su potencial.* Estas herramientas permitirán a los sectores de interés tomar decisiones más informadas, efectivas y responsables a efecto de reducir la vulnerabilidad de individuos y comunidades frente a las consecuencias de la contaminación ambiental en la salud.

Referencias

- ACC (2003), *Guide to the Business of Chemistry*, American Chemistry Council, Arlington, Virginia.
- Anway, M. D., A. S. Cupp, M. Uzumcu y M. K. Skinner (2005), "Epigenetic transgenerational actions of endocrine disruptors and male fertility", *Science*, núm. 308 (5727), pp. 1466-1469.
- Baccarelli, A. y V. Bollati (2009), "Epigenetics and environmental chemicals", *Curr. Opin. Pediatr.*, núm. 21 (2), pp. 243-251.
- Baccarelli, A., S. M. Giacomini, C. Corbetta, M. T. Landi, M. Bonzini *et al.* (2008), "Neonatal thyroid function in Seveso 25 years after maternal exposure to dioxin", *PLoS Med.*, núm. 5 (7), pp. 1133-1142.
- Baldi, I., A. Cantagrel, P. Lebailly, F. Tison, B. Dubroca *et al.* (2003), "Association between Parkinson's disease and exposure to pesticides in southwestern France", *Neuroepidemiology*, núm. 22, pp. 305-310.
- Barzyk, T. M., K. C. Conlon, T. Chahine, A. M. Hammond, V. G. Zartarian *et al.* (2010), "Tools available to communities for conducting cumulative exposure and risk assessments", *J. Expo. Sci. Env. Epid.*, núm. 30, pp. 371-384.
- Berkes, F., M. Kislalioglu Berkes y H. Fast (2007), "Collaborative integrated management in Canada's North: the role of local and traditional knowledge and community-based monitoring", *Coastal Manage.*, núm. 35 (1), pp. 143-162.
- Boekelheide, K., B. Blumberg, R. E. Chapin, I. Cote, J. H. Graziano *et al.* (2012), "Predicting later-life outcomes of early-life exposures", *Environ. Health Persp.*, núm. 120 (10), pp. 1353-1361.
- Bollati, V. y A. Baccarelli (2010), "Environmental epigenetics", *Heredity (Edinb)*, núm. 105 (1), pp. 105-112.
- Borioni, E., A. Mariani, M. Baderna, C. Oretta, M. Lodi *et al.* (2010), "ERICA: a multiparametric toxicological risk index for the assessment of environmental healthiness", *Environ. Int.*, núm. 36 (7), pp. 665-674.
- Boyd, D. y S. J. Genuis (2008), "The environmental burden of disease in Canada: Respiratory disease, cardiovascular disease, cancer, and congenital affliction", *Environ. Res.*, núm. 106, pp. 240-249.
- Briggs, D. (2003), *Making a difference: indicators to improve children's environmental health*, disponible en: <www.who.int/phe/children/en/cehindic.pdf>.
- Butter, M. E. (2006), "Are women more vulnerable to environmental pollution?", *J. Hum. Ecol.*, núm. 20 (3), pp. 221-226.

- CCA (2006a), *Salud infantil y medio ambiente en América del Norte: un primer informe de indicadores y mediciones disponibles*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal.
- CCA (2006b), *Sustancias químicas tóxicas y salud infantil en América del Norte: planteamiento sobre la necesidad de un despliegue de esfuerzos para determinar las fuentes, niveles de exposición y riesgos de las sustancias químicas industriales para la salud infantil*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal.
- Choi, B. C. K. y A. W. P. Pak. (2006), “Multidisciplinarity, interdisciplinarity, and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 2. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness”, *Clin. Invest. Med.*, núm. 29 (6), pp. 351-364.
- Choi, B. C. K. y A. W. P. Pak (2007), “Multidisciplinarity, interdisciplinarity, and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 2. Promoters, barriers, and strategies of enhancement”, *Clin. Invest. Med.*, núm. 30 (6), pp. E224-E232.
- Clougherty, J. E. y L. D. Kubzansky (2009), “A framework for examining social stress and susceptibility to air pollution in respiratory health”, *Environ. Health Persp.*, núm. 117 (9), pp. 1351-1358.
- Cobb, D., M. Kislalioglu Berkes y F. Berkes (2005), “Ecosystem-based management and marine environmental quality indicators in northern Canada”, en F. Berkes, R. Huebert, H. Fast, M. Manseau y A. Diduck (comps.), *Breaking ice: renewable resource and ocean management in the Canadian North*, Calgary, University of Calgary Press, pp. 71-93.
- Corvalán, C., D. Briggs y T. Kjellstrom (1996), “Development of environmental health indicators”, en: D. Briggs, C. Corvalán y M. Nurminen (comps.), *Linkage methods for environment and health analysis. General guidelines*, PNUMA, EPA de EU y OMS, Génova.
- Dallaire, F., E. Dewailly, G. Muckle, C. Vezina, S. W. Jacobson *et al.* (2004), “Acute infections and Environmental exposure to organochlorines in Inuit infants from Nunavik”, *Environ. Health Persp.*, núm. 112 (14), pp. 1359-1364.
- De Fur, P. L., G. W. Evans, E. A. Cohen Hubal, A. D. Kyle, R. A. Morello-Frosch *et al.* (2007), “Vulnerability as a function of individual and group resources in cumulative risk assessment”, *Environ. Health Persp.*, núm. 115 (5), pp. 817-824.
- Downie, D. y T. Fenge (2003), *Northern lights against POPs: combatting toxic threats in the Arctic*, McGill-Queen’s University Press, Montreal y Kingston.
- EC (2003), “Phase I and II of the Northern Contaminants Program”, Environment Canada, disponible en: <www.ec.gc.ca/media_archive/press/2001/010509-2_b_e.htm>.
- EPA de EU (2003), “Framework for cumulative risk assessment. Risk assessment forum”, Washington, DC; EPA/630/P-02/001F, Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, disponible en: <www.epa.gov/raf/publications/framework-cra.htm>.
- EPA de EU (2008), “EPA’s 2008 report on the environment”, Washington, DC, National Center for Environmental Assessment, Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, EPA/600/R-07/045F, disponible en: National Technical Information Service, Springfield, VA, y en: <www.epa.gov/roe>.
- Eskenazi, B., A. Bradman y R. Castorina (1999), “Exposures of children to organophosphate pesticides and their potential adverse health effects”, *Environ. Health Persp.*, núm. 107 (3), pp. 409-419.

- Faustman, E. M., S. M. Silbernagel, R. A. Frenske, T. M. Burbacher y R. A. Ponce (2000), “Mechanisms underlying children’s susceptibility to environmental toxicants”, *Environ. Health Persp.*, núm.108 (S1), pp. 13-21.
- Frueh, F. W., S. Amur, P. Mummaneni, R. S. Epstein, R. E. Aubert *et al.* (2008), “Pharmacogenomic biomarker information in drug labels approved by the United States Food and Drug Administration: prevalence of related drug use”, *Pharmacotherapy*, núm. 28 (8), pp. 992-998.
- GCO (2013), “Global Chemical Outlook—Towards sound management of chemicals”, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, disponible en: <www.unep.org/hazardoussubstances/>.
- Gee, G. C. y D. C. Payne-Sturges (2004), “Environmental Health Disparities: a framework integrating psychosocial and environmental concepts”, *Environ. Health Persp.*, núm. 112 (17), pp. 1645-1653.
- GEO-5 (2012), “Global Environment Outlook—Environment for the future we want”, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, disponible en: <www.unep.org/geo/geo5.asp>.
- Ginsburg, G. S., R. P. Konstance, J. S. Allsbrook y K. A. Shulman (2005), “Implications of pharmacogenomics for drug development and clinical practice”, *Arch. Intern. Med.*, núm. 165, pp. 2331-2336.
- Gordon, C. J. (2003), “Role of environmental stress in the physiological response to chemical toxins”, *Environ. Res.*, núm. 92, pp. 1-7.
- Gobierno de Canadá (2012), “The sensible guide to a healthy pregnancy”, disponible en: <<http://HealthyCanadians.gc.ca/pregnancy>>.
- Guillette, L. J. Jr. y T. Iguchi (2012), “Life in a contaminated world”, *Science*, núm. 337, pp. 1614-1615.
- Hamilton, J. T. (1993), “Politics and Social costs: Estimating the impact of collective action on hazardous waste facilities”, *Rand J. Econ.*, núm. 1, pp. 101-25.
- Health Canada (2011), “Adapting to Extreme Heat Events: Guidelines for assessing health vulnerability”, disponible en: <www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/climat/adapt/index-eng.php>.
- Hennig, B., L. Ormsbee, C. J. McClain, B. A. Watkins, B. Blumberg *et al.* (2012), “Nutrition can modulate the toxicity of environmental pollutants: Implications in risk assessment and human health”, *Environ. Health Persp.*, núm. 120 (6), pp. 771-774.
- Herbstman, J. B., D. Tang, D. Zhu, L. Qu, A. Sjödin *et al.* (2012), “Prenatal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons, benzo[a]pyrene-DNA adducts, and genomic DNA methylation in cord blood”, *Environ. Health Persp.*, núm. 120 (5), pp. 733-738.
- Hertz Picciotto, I., D. Cassady, K. Lee, D. H. Bennett, B. Ritz *et al.* (2010), “Study of use of products and exposure-related behaviors (SUPERB): study design, methods, and demographic characteristics of cohorts”, *Environ. Health*, núm. 9, pp. 54-68.
- Hightower, J. M., A. O’Hare y G. T. Hernandez (2006), “Blood mercury reporting in NHANES: identifying Asian, Pacific Islander, Native American, and multiracial groups”, *Environ. Health Persp.*, núm. 114 (2), pp. 173-175.

- Huang, G. y J. K. London (2012), “Cumulative environmental vulnerability and environmental justice in California’s San Joaquin valley”, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, núm. 9 (5), pp. 1593-1608.
- Jirtle, R. L. y M. K. Skinner (2007), “Environmental epigenomics and disease susceptibility”, *Nat. Rev. Genet.*, núm. 8, pp. 253-262.
- Kasperson, J. X., R. E. Kasperson y B. L. Turner (1995), *Regions at risk: comparisons of threatened environments*, United Nations University Press, Tokio.
- Kay, D., A. Prüss-Üstün y C. Corvalán (2000), *Methodology for assessment of environmental burden of disease*, Organización Mundial de la Salud, Génova.
- Kundakovic, M. y F. A. Champagne (2011), “Epigenetic perspective on the developmental effects of bisphenol A”, *Brain Behav. Immun.*, núm. 25 (6), pp. 1084-1093.
- Lebel, J. (2003), “In focus Health. An ecosystem approach. International Development Research Centre”, Ottawa, disponible en: <www.idrc.ca>.
- Ma, J., H. Hung, C. Tian y R. Kallenborn (2011), “Revolatilization of persistent organic pollutants in the arctic induced by climate change”, *Nat. Clim. Change*, núm. 1, pp. 255-260.
- Manikkam, M., C. Guerrero Bosagna, R. Tracey, M. M. Haque y M. K. Skinner (2012a), “Transgenerational actions of environmental compounds on reproductive disease and identification of epigenetic biomarkers of ancestral exposures”, *PLoS ONE* 7, 2.
- Manikkam, M., C. Guerrero Bosagna, R. Tracey, M. M. Haque y M. K. Skinner (2012b), “Dioxin (TCDD) induces epigenetic transgenerational inheritance of adult onset disease and sperm epimutations”, *PLoS ONE* 7, 9.
- Manseau, M., B. Parlee y G. B. Ayles (2005a), “A place for traditional ecological knowledge in resource management”, en: F. Berkes, R. Huebert, H. Fast, M. Manseau y A. Diduck (comps.), *Breaking ice: Renewable resource and ocean management in the Canadian North*, University of Calgary Press, Calgary, pp. 141-164.
- Manseau, M., B. Parlee, L. Bill y A. Kendrick (2005b), “Watching, listening, learning, understanding changes in the environment. Community-based monitoring in northern Canada”, video, en: F. Berkes, R. Huebert, H. Fast, M. Manseau y A. Diduck (comps.), *Breaking ice: Renewable resource and ocean management in the Canadian North*, University of Calgary Press. Calgary.
- Marrer, E. y F. Dieterle (2007), “Promises of biomarkers in drug development: a reality check”, *Chem. Biol. Drug Des.*, núm. 69, pp. 381-394.
- Medina Vera, M., J. M. van Emon, L. J. Melnyk, K. D. Bradham, S. L. Harper *et al.* (2010), “An overview of measurement method tools available to communities for conducting exposure and cumulative risk assessments”, *J. Expo. Sci. Env. Epid.*, núm. 20, pp. 359-370.
- Menzie, C. A., M. M. MacDonell y M. Mumtaz (2007), “A phased approach for assessing combined effects from multiple stressors”, *Environ. Health Persp.*, núm. 115 (5), pp. 807-816.
- Morello Frosch, R., M. Zuk, M. Jerrett, B. Shamasunder y A. D. Kyle (2011), “Understanding the cumulative impacts of inequalities in environmental health: Implications for policy”, *Health Affair*, núm. 30 (5), pp. 879-887.
- Mozaffarian, D. y E. B. Rimm (2006), “Fish intake, contaminants, and human health. Evaluating the risks and the benefits”, *JAMA-J. Am. Med. Assoc.*, núm. 296, pp. 1885-1899.

- Neidell, M. y P. L. Kinney (2010), “Estimates of the association between ozone and asthma hospitalizations that account for behavioral responses to air quality information”, *Env. Sci. Policy*, núm. 13 (2), pp. 97-103.
- NIH (2012), “The morbidity and mortality: Chart book on cardiovascular, lung, and blood disease”, Instituto de Salud y Servicios Humanos e Instituto Nacional de Salud Pulmonar y Hemática, National Institutes of Health [Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos], disponible en: <www.nhlbi.nih.gov/resources/docs/cht-book.htm>.
- Noyes, P. D., M. K. McElwee, H. D. Miller, B. W. Clark, L. A. van Tiem *et al.* (2009), “The toxicology of climate change: Environmental contaminants in a warming world”, *Env. Int.*, núm. 35, pp. 971-986.
- Nwachuku, N. y C. P. Gerba (2004), “Microbial risk assessment: don’t forget the children”, *Curr. Opin. Microbiol.*, núm. 7, pp. 206-209.
- OCDE (2001), *Environmental Outlook for the Chemicals Industry*, París, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, disponible en: <www.oecd.org/dataoecd/7/45/2375538.pdf>.
- OMS (1998), *Gender and health: Technical paper. Women’s health and development, family and reproductive health*, Organización Mundial de la Salud, Génova.
- OMS (2009), “World Health Organization. Country profiles of environmental burden of disease”, disponible en: <www.who.int/quantifying_ehimpacts/national/countryprofile/en/>.
- OMS (2010), *Climate change and human. Protecting health from climate change: Vulnerability and adaptation assessment*, disponible en: <www.who.int/globalchange/publications/Final_Climate_Change.pdf>.
- ONU (2004), *World population to 2300*, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Población de las Naciones Unidas, disponible en: <www.un.org/esa/population/publications/longrange2/WorldPop2300final.pdf>.
- Pascal, M., A. C. Viso, S. Medina, M. C. Delmas y P. Beaudeau (2012), “How can a climate change perspective be integrated into public health surveillance?”, *Public Health*, núm. 126 (8), pp. 660-667.
- Pastor Jr, M., J. Sadd y J. Hipp (2001), “Which came first? Toxic facilities, minority move-in, and environmental justice”, *J. Urban Aff.*, núm. 23 (1), pp. 1-21.
- Pearce, M. S., D. M. Hammal, M. T. Dorak, R. J. Q. McNally y L. Parker (2006), “Paternal occupational exposure to pesticides and herbicides as risk factors for cancer in children and young adults: a case-control study from the north of England”, *Arch. Environ. Occup. H.*, núm. 61 (3), pp. 138-144.
- PHAC-ASPC (2011), “Public Health Agency of Canada. Chronic Obstructive Pulmonary Disease”, disponible en: <www.phac-aspc.gc.ca/cd-mc/crd-mrc/copd-mpoc-eng.php>.
- Prüss Üstün, A., C. Mathers, C. Corvalán y A. Woodward (2003), *Assessing the environmental burden of disease at national and local levels: introduction and methods*, Environmental Burden of Disease Series, núm. 1, Organización Mundial de la Salud, Génova.
- Prüss Üstün, A., C. Vickers, P. Haefliger y R. Bertollini (2011), “Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review”, *Environ. Health*, núm. 10, pp. 9-15.

- Prüss Üstün, A. y C. Corvalán (2006), *Preventing disease through healthy environments: towards an estimate of the environmental burden of disease*, Organización Mundial de la Salud, Génova.
- Rios, R., G. V. Poje y R. Detels (1993), “Susceptibility to environmental pollutants among minorities”, *Toxicol. Ind. Health.*, núm. 9, pp. 797-820.
- Romieu, I., H. Riojas Rodríguez, A. T. Marrón Mares, A. Schilman, R. Perez Padilla *et al.* (2009), “Improved biomass stove intervention in rural Mexico impact on the respiratory health of women”, *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, núm. 180, pp. 649-656.
- Sadd, J. L., M. Pastor, R. Morello Frosch, J. Scoggins y B. Jesdale (2011), “Playing it safe: assessing cumulative impact and social vulnerability through an environmental justice screening method in the South Coast Air Basin, California”, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, núm. 8, pp. 1441-1459.
- Sanchez, Y. A., K. Deener, E. Cohen Hubak, C. Knowlton, D. Reif *et al.* (2009), “Research needs for community-based risk assessment: findings from a multidisciplinary workshop”, *J. Expo. Sci. Env. Epid.*, núm. 20 (2), pp. 186-195.
- Sandström, T., A. J. Frew, M. Svartengren y G. Viegi (2003), “The need for a focus on air pollution research in the elderly”, *Eur. Respir. J.*, núm. 40, pp. 92S-95S.
- Sexton, K. y D. Hattis (2006), “Assessing cumulative health risks from exposure to environmental mixtures – three fundamental questions”, *Environ. Health Persp.*, núm. 115 (5), pp. 825-832.
- Sexton, K., S. G. Selevan, D. K. Wagener y J. A. Lybarger (1992), “Estimating human exposures to environmental pollutants: availability and utility of existing databases”, *Arch. Environ. Health*, núm. 47 (6), pp. 398-407.
- Sillitoe, P. (1998), “The development of indigenous knowledge”, *Curr. Anthropol.*, núm. 39 (2), pp. 223-252.
- Sinais (2008), “Base de egresos hospitalarios”, Sistema Nacional de Información en Salud: Secretaría de Salud, Dirección General de Información en Salud; disponible en: <www.sinais.salud.gob.mx/basesdedatos>.
- Skinner, M. K., M. Manikkam y C. Guerrero Bosagna (2010), “Epigenetic transgenerational actions of environmental factors in disease etiology”, *Trends Endocrin. Met.*, núm. 21 (4), pp. 214-222.
- Sopan, A., A. Song-le Noh, S. Karol, P. Rosenfeld y B. Schneiderman (2012), “Community health map: a geospatial and multivariate data visualization tool for public health datasets”, *Gov. Inform. Q.*, núm. 29 (2), pp. 223-234.
- Thundiyil, J. G., J. Stober, N. Besbelli y J. Pronczuk (2008), “Acute pesticide poisoning: a proposed classification tool. B”, *World Health Organ.*, núm. 86 (3), pp. 205-209.
- Tulve, N. S., J. C. Suggs, T. McCurdy, E. A. Cohen Hubal y J. Moya (2002), “Frequency of mouthing behavior in young children”, *J. Expo. Anal. Env. Epid.*, núm. 12, pp. 259-264.
- Turner, B. L. (2010), “Vulnerability and resilience: coalescing or paralleling approaches for sustainable science?”, *Global Environ. Change*, núm. 20, pp. 570-576.
- Van Oostdam, J. C., E. Dewailly, A. Gilman, J. C. Hansen, J. O. Odlande *et al.* (2004), “Circumpolar maternal blood contaminant survey, 1994-1997 organochlorine compounds”, *Sci. Total Environ.*, núm. 330, pp. 55-70.

- Wilson, M. P. y M. R. Schwarzman (2009), "Toward a new US chemicals policy: rebuilding the foundation to advance new science, green chemistry, and environmental health", *Environ. Health Persp.*, núm. 117 (8), pp. 1202-1209.
- Xue, J., V. Zartarian, J. Moya, N. Freeman, P. Beamer, K. Black *et al.* (2007), "A meta-analysis of children's hand to mouth frequency data for estimating nondietary ingestion exposure", *Risk Anal.*, núm. 27, pp. 411-420.
- Xue, J., V. Zartarian, N. Tulve, J. Moya, N. Freeman, W. Auyeung *et al.* (2010), "A meta-analysis of children's object-to-mouth frequency data for estimating non-dietary ingestion exposure", *J. Expo. Anal. Env. Epid.*, núm. 20, pp. 536-545.

Apéndice A: Herramientas seleccionadas de rastreo de la exposición a mezclas de sustancias químicas

- AQHI: índice de calidad del aire y salud, ministerios de Medio Ambiente y Salud de Canadá (www.ec.gc.ca/cas-aqhi/default.asp?Lang=En)
- CALENDEX: sistema de software de exposición total y acumulable, por consumo de alimentos y de otras fuentes, EPA de EU (www.epa.gov/scipoly/sap/meetings/2000/september/calendex_sap_document_draft8_aug_2900.pdf)
- CalTox: modelo de exposición total para sitios de residuos peligrosos (www.dtsc.ca.gov/AssessingRisk/caltoc.cfm)
- CARES: programa de software diseñado para hacer evaluaciones complejas de exposición y riesgos para plaguicidas (www.ilsa.org/ResearchFoundation/Pages/CARES.aspx)
- CAREX (*Carcinogen Exposure*) Canada: programa de vigilancia de la exposición a cancerígenos (www.carexcanada.ca)
- DEEM: modelo de evaluación de la exposición por consumo de alimentos (www.epa.gov/oppfead1/cb/csb_page/updates/2011/dietary-exposure.html)
- OCDE, QSAR: herramienta de relación cuantitativa estructura-actividad (www.oecd.org/env/ehs/risk-assessment/theoecdqsartoolbox.htm)
- ERICA: índice de riesgo ambiental para la evaluación de sustancias químicas (Boriani *et al.*, 2010)
- SHEDS: modelo estocástico de exposición y dosis en humanos para sustancias químicas a través de múltiples medios y vías (www.epa.gov/heads/products/sheds_multimedia/sheds_mm.html)
- SUPERB: estudio del uso de productos químicos y comportamientos relacionados con la exposición (Hertz-Picciotto *et al.*, 2010)
- ToxTown: inquietudes de salud ambiental y sustancias químicas tóxicas en su lugar de residencia, trabajo y diversión (<http://toxtown.nlm.nih.gov/flash/border/flash.php>)
- Modelo ASPEN: sistema de evaluación de la exposición de la población en el país, EPA de EU (www.epa.gov/ttnatw01/nata/aspen.html)
- Modelo CoBRA: monitoreo de los beneficios de la evaluación de riesgos, EPA de EU (<http://epa.gov/statelocalclimate/resources/cobra.html>)
- E-FAST: herramienta de detección en la evaluación de exposición y destino, EPA de EU (www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/efast.htm)
- *Human Exposure and Atmospheric Sciences Program*: programa de exposición humana y ciencias de la atmósfera, de la EPA de EU (www.epa.gov/heads)
- LifeLine de la EPA de EU (http://cfpub.epa.gov/crem/knowledge_base/crem_report.cfm?deid=152263)

- RSEI: indicadores ambientales de detección de riesgos, EPA de EU (www.epa.gov/oppt/rsei/)
- ToxCast: monitoreo de las sustancias químicas para la predicción más rápida y precisa de la toxicidad, de la EPA de EU (www.epa.gov/ncct/toxcast/)
- TRIM.FaTE, TRIM.Expo y TRIm.Risk: metodología integrada de riesgos totales, de la EPA de EU (www.epa.gov/ttn/fera/trim_fate.html)

Apéndice B: Herramientas seleccionadas para la evaluación de la vulnerabilidad de las comunidades:

Modelos computarizados y bases de datos

- CalEnviroScreen (herramienta de detección de la salud ambiental de las comunidades de California), en: <<http://oehha.ca.gov/ej/cipa073012.html>>
- Sistema de modelización CALPUFF, en: <www.src.com/calpuff/calpuff1.htm>
- Registros de Emisiones y Transferencias de Contaminantes en América del Norte (RETCAN), informes *En balance* y *En balance en línea* de la CCA, en: <www.cec.org/Page.asp?PageID=751&ContentID=&SiteNodeID=1097&BL_ExpandID=&AA_SiteLanguageID=1>
- ChemTRAC (reducción de las sustancias químicas en Toronto y conciencia en la comunidad), en: <www.toronto.ca/health/chemtrac/index.htm>
- CCAT (herramienta de evaluación de riesgos acumulables en las comunidades), en: <www.epa.gov/research/healthscience/health-ccat.htm>
- C-FERST (herramienta de detección de exposición y riesgos centrada en la comunidad), en: <www.epa.gov/heasd/c-ferst/>
- Herramientas de salud comunitaria e inventario de sitios (herramienta de sitios y calculadora de dosis de la ATSDR), en: <www.atsdr.cdc.gov/sites/brownfields/tools.html>
- CEVA (evaluación de vulnerabilidades ambientales acumulables), en: <<http://regionalchange.ucdavis.edu/projects/current/ceva-sjv>>
- Environmental Health Capa-City (CDC de EU), en: <www.cdc.gov/nceh/ehs/CapacityBuilding/Capa-City.htm>
- Método de monitoreo de justicia ambiental, en: <www.arb.ca.gov/cc/ejac/meetings/060910/presentation.pdf>
- INTARESE (evaluación integrada de los riesgos para la salud derivados de factores de deterioro ambiental en Europa), en: <www.intarese.org>
- IEHIAS (sistema integrado de evaluación de impactos en la salud ambiental), en: <www.integrated-assessment.eu>
- EnviroAtlas de la EPA de EU, en: <www.epa.gov/research/healthscience/health-nationalatlas.htm>
- NOMIRACLE (nuevos métodos de evaluación de riesgos integrada de factores de estrés acumulables en Europa), en: <<http://nomiracle.jrc.ec.europa.eu/default.aspx>>
- SCORECARD (fichas de evaluación ecológica), en: <<http://scorecard.goodguide.com>>
- TiPED™ (protocolo escalonado para la alteración del sistema endocrino), en: <www.tipedinfo.com>
- T-FERST (herramienta de riesgos y sustentabilidad ambiental centrada en la tribu), en: <www.epa.gov/research/healthscience/health-tferst.htm>

- PACE EH (protocolo de evaluación de la excelencia comunitaria en salud ambiental) de la Asociación Nacional de Funcionarios de Salud de Condados y Ciudades (*National Association for Country and City Health Officials*), Centro Nacional de Salud Ambiental (*National Center for Environmental Health*) de los CDC de EU, en: <www.cdc.gov/nceh/ehs/CEHA/>
- Red Nacional de Seguimiento de Salud Pública Ambiental (*National Environmental Public Health Tracking Network*) de los CDC de EU, en: <<http://ephtracking.cdc.gov/showHome.action>>
- CHAD (base de datos consolidada de actividades humanas) de la EPA de EU, en: <www.epa.gov/chadnet1/>
- DASEES (análisis de decisiones por un medio ambiente, economía y sociedad sustentables) de la EPA de EU, en: <http://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_Report.cfm?dirEntryId=238232>;
- Envirofacts de la EPA de EU, en: <www.epa.gov/enviro/>
- EJSEAT (herramienta de evaluación de aplicación estratégica de justicia ambiental), en: <www.epa.gov/compliance/ej/resources/policy/ej-seat.html>
- NATA (evaluación tóxica del aire a escala nacional) de la EPA de EU, en: <www.epa.gov/nata/>
- Modelo RSEI (indicadores ambientales de detección de riesgos) de la EPA de EU, en: <www.epa.gov/oppt/rsei/>
- TOXNET (red de datos de toxicología) de los Institutos Nacionales de Salud de EU (*US National Institutes of Health*), en: <<http://toxnet.nlm.nih.gov>>
- ToxTown – Institutos Nacionales de Salud de EU, en: <<http://toxtown.nlm.nih.gov>>
- TRI-CHIP (programa del Inventario de Emisiones Tóxicas: perfiles de información de riesgos químicos) de la EPA de EU, en: <www.epa.gov/tri/tri-chip/>

Programas nacionales e internacionales

- Programa Climate Resilient Communities (Comunidades Resilientes al Clima, CRC), Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales (ICLEI), en: <www.icleiusa.org/climate_and_energy/Climate_Adaptation_Guidance/climate-resilient-communities-program>
- HEIMTSA (metodología integrada de salud y medio ambiente y herramientas de evaluación de escenarios), en: <www.heimtsa.eu>
- HIA (evaluación de impactos de proyectos mineros en la salud), Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales (ICLEI), en: <www.fmed.ulaval.ca/eis/index.php?id=80&L=1>
- NFNECP (programa nacional de contaminantes ambientales en las Primeras Naciones), en: <www.environmentalcontaminants.ca/Home/tabid/63/language/en/Default.aspx>
- PEHC (promoción de la salud ambiental en las comunidades), Programa Educativo en Salud Ambiental y Medicina (*Environmental Health and Medicine Education Program*) de la ATSDR, en: <www.atsdr.cdc.gov/emes/public/>

- Proyecto ELEMENT (Early Life Exposure in Mexico to Environmental Toxicants), en: <<http://sitemaker.umich.edu/merg/element>>
- HELI, Iniciativa de nexos entre la salud y el medio ambiente de la ONU, en: <www.who.int/heli/en/>
- Programa Clima y Salud (*Climate and Health Program*) de los CDC de EU, en: <www.cdc.gov/climateandhealth/default.htm>
- CEHA (evaluación de la salud ambiental de las comunidades) de los CDC de EU, en: <www.cdc.gov/nceh/ehs/CEHA/>
- Diseño y Construcción de Lugares Sanos (*Designing and Building Healthy Places*) de los CDC de EU, en: <www.cdc.gov/healthyplaces/>
- Desarrollo de Capacidad en Salud Ambiental (*Environmental Health Capacity Building*) de los CDC de EU, en: <www.cdc.gov/nceh/ehs/CapacityBuilding/>
- Evaluación de Impactos en la Salud (*Health Impact Assessment*) de los CDC de EU, en: <www.cdc.gov/healthyplaces/hia.htm>
- Programa de sustancias químicas persistentes, bioacumulativas y tóxicas (*Bioaccumulative and Toxic (PBT) Chemical Program*) de la EPA de EU, en: <www.epa.gov/pbt/pubs/pbtsandyou.htm>
- CARE (acción comunitaria por un medio ambiente renovado) de la EPA de EU, en: <www.epa.gov/care/basic.htm>
- Investigación extramuros (*Extramural Research*) de la EPA de EU, en: <www.epa.gov/ncer/>
- Programa EDSP (programa para la detección de alteraciones del sistema endocrino) de la EPA de EU, en: <www.epa.gov/endo/>
- Programa IRIS (programa del sistema integrado de información de riesgos) de la EPA de EU, en: <www.epa.gov/IRIS/>
- Programa ReVA (programa de evaluación de la vulnerabilidad regional) de la EPA de EU, en: <www.epa.gov/reva/>
- Programa de Investigación de Comunidades Sustentables y Sanas (*Sustainable and Healthy Communities Research Program*) de la EPA de EU, en: <www.epa.gov/ord/research-programs.htm>

Hojas informativas e informes

- Hojas informativas de promoción de la salud ambiental en las comunidades de la ATSDR: “Sustancias químicas, el cáncer y usted”; “Efectos de la exposición química en la salud”; “Vías de exposición a las sustancias químicas”; “Cómo reducir su exposición a las sustancias químicas en su lugar de residencia, trabajo y diversión”, y “Poblaciones sensibles”, en: <www.atsdr.cdc.gov/emes/public/promoting_environmental_health.html>
- Marco Nacional Estratégico sobre Salud Ambiental Infantil (*National Strategic Framework on Children’s Environmental Health*), Canadá, en: <www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/Framework_children-cadre_enfants/index-eng.php>

- *Salud infantil y medio ambiente en América del Norte: un primer informe de indicadores y mediciones disponibles*, Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA, 2006a)
- *Sustancias químicas tóxicas y salud infantil en América del Norte: planteamiento sobre la necesidad de un despliegue de esfuerzos para determinar las fuentes, niveles de exposición y riesgos de las sustancias químicas industriales para la salud infantil*, CCA (CCA, 2006b)
- Acción comunitaria por un medio ambiente renovado: publicaciones diversas (por ejemplo, *The Road Map*), en: <www.epa.gov/care/publications.htm>
- Herramienta de Evaluación de la Salud Ambiental de las Comunidades (*Community Environmental Health Assessment*, CEHA) para Nuevo México, en: <<http://nmhealth.org/eheb/documents/CommunityEnv.HealthAss.pdf>>
- Community Health Map: A Geospatial and Multivariate Data Visualization Tool for Public Health Datasets (mapa de salud en la comunidad: herramienta geospacial y de visualización de datos multivariados para conjuntos de datos de salud pública) (Sopan *et al.*, 2012)
- Cumulative Environmental Vulnerability Assessment and Environmental Justice in California's San Joaquin Valley (evaluación de la vulnerabilidad acumulada ante factores de deterioro ambiental y justicia ambiental en el valle de San Joaquín, California) (Huang y London, 2012)
- Environmental Justice Screening Method (método de monitoreo para la justicia ambiental) (Sadd *et al.*, 2011)
- ERICA: Environmental Risk Index for Chemical Assessment (índice de riesgo ambiental para la evaluación de sustancias químicas) (Boriani *et al.*, 2010)
- Normas de Desempeño de Salud Pública Ambiental (*Environmental Public Health Performance Standards*, EnvPHPS) y Herramientas de Evaluación de EnvPHPS (*EnvPHPS Assessment Toolkit*), CDC de EU, en: <www.cdc.gov/nceh/ehs/envphps/>
- Secretaría de Salud, Programa de acción en salud ambiental, en: <www.cofepris.gob.mx>
- Red Nacional de Seguimiento de la Salud Pública Ambiental (*National Environmental Public Health Tracking Network*), CDC de EU, en: <<http://ephtracking.cdc.gov/showHome.action>>
- *Exposure factors handbook 2011* (manual sobre factores de exposición), EPA de EU, en: <<http://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=236252>>
- Marco para la Evaluación de Riesgos Acumulables (*Framework for Cumulative Risk Assessment*), EPA de EU, en: <www.epa.gov/raf/publications/framework-cra.htm>
- Informe sobre el medio ambiente (*Report on the Environment*), EPA de EU, en: <www.epa.gov/roe/>
- Herramientas de evaluación de posibles acusaciones de injusticia ambiental (*Toolkit for Assessing Potential Allegations of Environmental Injustice*), EPA de EU, en: <www.epa.gov/compliance/ej/resources/policy/ej-toolkit.pdf>

Selección de sitios web institucionales

- Environmental and Workplace Health – Health Canada, Canadá, en: <www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/hazards-risques/index-eng.php>
- Northern Contaminants Program Aboriginal Affairs and Northern Development, Canadá, en: <www.aadnc-aandc.gc.ca/eng/1100100035611/1100100035612?utm_source=ncp&utm_medium=url>
- National Collaborating Centre for Aboriginal Health, Canadá, en: <www.nccah-ccnsa.ca/en/>
- National Collaborating Centre for Methods and Tools, Canadá, en: <www.nccmt.ca>
- National Inuit Organization – Inuit Tapiriit Kanatami, Canadá, en: <www.itk.ca>
- Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes – Environment Canada, Canadá, en: <www.ec.gc.ca/inrp-npri/Default.asp?lang=En&n=4A577BB9-1>
- Registros de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), CCA, en: <www.cec.org/Page.asp?PageID=751&ContentID=&SiteNodeID=1097&BL_ExpandID=&AA_SiteLanguageID=1>
- Center for Environmental Research and Children’s Health – The CHAMACOS exposure study, en: <<http://cerch.org/research-programs/chamacos/>>
- Centre for Inuit Health and Changing Environments, Canadá, en: <www.nasivvik.ca>
- Chemical Right to Know, en: <www.chemicalright2know.org>
- Creating Healthy Environments for Kids, en: <www.healthyenvironmentforkids.ca>
- Environment and Health – Public Health Agency of Canada, en: <www.phac-aspc.gc.ca/hp-ps/eph-esp/index-eng.php?rd=environ_eng>
- Environmental Indicators – Environment Canada, en: <www.ec.gc.ca/indicateurs-indicators/>
- Environmental and Workplace Health Canada, en: <www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/index-eng.php>
- Environmental Health for First Nations and Inuit Health Canada, en: <www.hc-sc.gc.ca/fniah-spnia/promotion/public-publique/index-eng.php>
- First Nations Food, Nutrition and Environment Study, Canadá, en: <www.fnfnes.ca>
- Healthy Canadians Government of Canada, en: <www.healthycanadians.gc.ca/index-eng.php>
- Healthy Canadians: A Healthier World – Public Health Agency of Canada, en: <www.phac-aspc.gc.ca/about_apropos/>
- Health Impact Assessment Institut national de santé publique du Québec, en: <www.ncchpp.ca/54/Health_Impact_Assessment.ccnpps>
- Indigenous People’s Health Research Centre, en: <www.iphrc.ca>
- Instituto Nacional de Salud Pública – Secretaría de Salud, México, en: <www.insp.mx>
- Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) de México, en: <www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/calidaddelaire/Paginas/retc.aspx>

- Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud - Secretaría de Salud, México, en: <www.spps.gob.mx>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México, en: <www.semarnat.gob.mx/Pages/Inicio.aspx>
- Instituto Nacional de Ecología, México, en: <www.ine.gob.mx>
- Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS), México, en: <www.sinais.salud.gob.mx>
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, México, en: <www.cdi.gob.mx>
- The Centre for Environmental Health Equity, en: <www.cehe.ca>
- The State of New Jersey Department of Environmental Protection (NJDEP), en: <www.state.nj.us/dep/>
- The California Wildlife Biology, Exposure Factor, and Toxicity Database (Cal/ECOTOX), en: <http://oehha.ca.gov/cal_ecotox/>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – Perspectivas de los productos químicos a nivel mundial, en: <www.unep.org/hazardoussubstances/UNEPsWork/Mainstreaming/GlobalChemicalsOutlook/tabid/56356/Default.aspx>
- National Center for Environmental Health (NCEH), CDC de EU, en: <www.cdc.gov/nceh/>
- US Department of Health and Human Services – Climate Change and Human Health, en: <www.niehs.nih.gov/research/programs/geh/climatechange/>
- US Department of Health and Human Services - Office of Minority Health and Health Disparities (OMHD), en: <www.cdc.gov/omhd/>
- US Department of Health and Human Services – Environmental Health National Institutes of Health, en: <www.niehs.nih.gov>
- US Department of Health and Human Services – Environmental Health and Toxicology, en: <<http://sis.nlm.nih.gov/enviro.html>>
- US Department of Health and Human Services – Health People 2020, en: <www.healthypeople.gov/2020/default.aspx>
- US Department of Health and Human Services – National Institute on Aging, en: <www.nia.nih.gov>
- US Department of Health and Human Services – Indian Health Service. The Federal Program for American Indians and Alaska Natives, en: <www.ihs.gov>
- Community Action for Environmental Public Health, EPA de EU, en: <www.epa.gov/communityhealth/>
- America's Children and the Environment, EPA de EU, en: <www.epa.gov/ace/>
- Children's Environmental Health and Disease Prevention Research Centers (CEHCs), EPA de EU, en: <<http://epa.gov/ncer/childrenscenters/>>

- Extramural Research – Environment, Health and Society (EHS), EPA de EU, en: <www.epa.gov/ncer/ehs/>
- Human Exposure and Atmospheric Sciences, EPA de EU, en: <www.epa.gov/head/>
- US Partnership for Sustainable Communities (US Department of Housing and Urban Development) – US Department of Transportation y EPA de EU), en: <www.sustainablecommunities.gov>

Redes de salud ambiental nacionales e internacionales:

- Alaska Native Tribal Health Consortium (ANTHC), en: <www.anthc.org/chs/ces/>
- Community of Practice in Ecosystem Approaches to Health – CoPEH, Canadá, en: <www.copeh-canada.org>
- Canadian Women’s Health Network, en: <www.cwhn.ca/en>
- Comunidad de Práctica sobre el Enfoque Ecosistémico en Salud Humana – CoPEH América Latina y el Caribe, en: <www.una.ac.cr/copehlac/>
- First Nations Environmental Health Innovation Network – FNEHIN, en: <www.fnehin.ca>
- Health and Environment Networking Portal – HENVINET, en: <www.henvinet.eu>
- Environmental Health Specialists Network (EHS-NET), CDC de EU, en: <www.cdc.gov/nceh/ehs/EHSNet>
- National Environmental Public Health Tracking Network, CDC de EU, en: <<http://ephtracking.cdc.gov/showHome.action>>

Apéndice C: Glosario

A continuación se presenta una lista de términos empleados en el documento marco y otros términos de interés que podrían encontrarse en los trabajos y publicaciones relacionados.

Adaptación

Conuntos de ajustes que permiten una compatibilidad con las condiciones o el entorno circundantes.

Capacidad

Se refiere a la combinación de todas las aptitudes, atributos y recursos utilizables a disposición de un individuo, comunidad, sociedad u organización.

Carcinógeno / sustancia química cancerígena

Agente químico que se sabe —o se cree— provoca cáncer en los seres humanos.

Comunidad

Un lugar específico, como una villa o poblado o la localidad correspondiente a un código postal; una categoría particular de personas que viven en la misma o en diferente ubicación geográfica, o una subpoblación humana en particular, como niños, mujeres embarazadas, una población indígena, un grupo étnico, etcétera. El término “comunidad” se considera aquí en un contexto subcontinental, toda vez que el presente marco se aplicará en la esfera trilateral.

Conocimiento tradicional

Corpus de conocimiento existente en un pueblo o comunidad local, adquirido a lo largo del tiempo mediante la acumulación de experiencias, relaciones sociedad-naturaleza, prácticas e instituciones comunitarias, y transmitido de generación en generación. El conocimiento ambiental tradicional se basa en procesos diacrónicas de observación detallada e interacciones con los ecosistemas locales, con aprendizajes acumulados a lo largo de generaciones.

“Conocimiento tradicional” es uno de los términos usados para hacer referencia al conocimiento de los pueblos indígenas y equivale a “conocimiento local”, “conocimiento indígena”, “conocimiento campesino”, “conocimiento ambiental tradicional” y “conocimiento popular” (Sillitoe, 1998).

Entorno físico

Conjunto universal de todas las cosas externas al individuo, excluido el entorno social con el que, por supuesto, siempre hay interacción. Comprende el espectro completo de entidades biológicas, físicas y químicas —naturales o artificiales— circundantes.

Entorno social

Abarca el ambiente físico inmediato, las relaciones sociales y el medio cultural en los que se desenvuelven e interactúan grupos definidos de personas. Sus componentes incluyen: infraestructura edificada; estructura industrial y laboral; mercados de trabajo; procesos sociales y económicos; riqueza; servicios sociales, humanos y de salud; relaciones de poder; gobierno; relaciones de raza; desigualdad social; prácticas culturales y espirituales; las artes; instituciones y prácticas religiosas, y creencias sobre lugar y comunidad. El entorno social puede experimentarse a múltiples escalas, con frecuencia en forma simultánea (en los hogares, vecindarios, poblados, ciudades y regiones).

Epigenética

Regulación de la expresión genética mediante la modificación química del ADN o de las proteínas que normalmente lo envuelven.

Estrés crónico

Carga acumulable de factores mayores o menores de estrés cotidiano que pueden tener consecuencias a largo plazo y posiblemente conducir a disfunción del sistema inmunitario.

Estrés psicosocial

Se refiere a experiencias estresantes crónicas de la vida diaria relacionadas con el entorno social, la familia, el hogar, el centro de trabajo, vecindarios, escuelas, etcétera.

Evaluación de la exposición acumulable

Evaluación de eventos simultáneos, superpuestos o constantes de exposición.

Evaluación del riesgo acumulable (*véase “riesgo acumulable”*)

Proceso empleado para determinar el riesgo acumulable.

Evaluación de riesgos

Identificación y caracterización del potencial de una sustancia química u otro factor de presión ambiental para causar daño. La evaluación de riesgos predice la probabilidad de sucesos no deseados, como exposición ambiental, accidentes industriales, exposición laboral, accidentes de trabajo, falla de partes de máquinas, catástrofes y desastres naturales, y la presencia de agentes infecciosos o transmitidos por vectores, entre otros. Su meta final es proteger la salud humana y el medio ambiente, brindando a los responsables de la toma de decisiones información con la cual minimizar los riesgos representados por agentes ambientales.

Exposición acumulable

Cantidad total de la exposición continua, intermitente o simultánea a una o más sustancias químicas —excluidas aquellas que son nutrientes o son esenciales para la vida— con las que un individuo entra en contacto durante cierto intervalo de tiempo.

Exposición diferenciada

Se refiere a diferencias identificables en la magnitud, duración, frecuencia o momento en el tiempo de la exposición, así como a las diferencias en niveles de exposición históricos y de referencia, y en la carga corporal relacionada, que pueden afectar la probabilidad, naturaleza y gravedad de los efectos negativos.

Exposición a sustancias químicas

Interacción con un contaminante químico presente en el exterior del cuerpo y que puede ingresar en el organismo vía inhalación, ingestión o contacto con la piel o los ojos, y también por transmisión materna.

Factor de presión, deterioro o estrés

Cualquier entidad física, química o biológica que pueda inducir una respuesta negativa.

Fracción atribuible al medio ambiente (FAA)

Porción de la carga de morbilidad resultante de la exposición ambiental o, en otras palabras, porcentaje de una categoría de enfermedades en particular que se eliminaría si los factores de riesgo ambiental se redujeran a su nivel más bajo posible (Boyd y Genuis, 2008).

Justicia ambiental

El trato justo y la participación significativa de todas las personas, independientemente de su raza, color, origen étnico o ingresos, con respecto a la formulación, implementación y aplicación de leyes, reglamentos y políticas ambientales.

Medio ambiente

El término medio ambiente abarca los entornos natural, edificado y social.

Precautorio: principio o enfoque de precaución

Norma de actuación que reitera la obligación de prevenir posibles daños.

Preparación para hacer frente a factores de amenaza

Condición dada por los sistemas, mecanismos y recursos de defensa con que cuenta un individuo, población o comunidad: a mayor preparación, menor vulnerabilidad (EPA de EU, 2003).

Resiliencia

Capacidad de los individuos, grupos de individuos y comunidades para enfrentar con éxito el riesgo o la adversidad. Capacidad de recuperación (similar a resiliencia): mostrar rasgos que permiten al organismo, individuo o grupo sanar, superar o compensar los efectos de la exposición a agentes o factores de presión ambiental.

Riesgo

La oportunidad o posibilidad de que ocurran efectos nocivos para la salud humana o los sistemas ecológicos como resultado de la exposición a un factor de presión ambiental.

Riesgo acumulable

Riesgos para la salud combinados, derivados de la exposición acumulada a múltiples agentes o factores de presión y deterioro, incluidas entidades biológicas (como *Mycobacterium tuberculosis*), químicas (tolueno, por ejemplo), físicas (ruido, entre muchas otras) y psicosociales (como las relacionadas con el trabajo o la familia).

Sector de interés

Un individuo, grupo de personas, comunidad, organización (pública o privada), negocio u otra parte que tenga un interés en una actividad específica.

Sensibilidad a sustancias químicas

Grado de padecimiento de un efecto negativo tras la exposición a niveles bajos de una sustancia química. Algunas personas (poblaciones sensibles) tienen menor tolerancia a la exposición que otras. Asimismo, algunas clases de sensibilidad son idiosincrásicas, es decir, propias y distintivas de ciertos individuos o de una colectividad (lo que significa que muy pocas personas pueden ser sensibles a determinada sustancia química, mientras que la mayoría de la población no lo es).

Susceptibilidad

Se refiere a la probabilidad creciente de sufrir un efecto negativo. Por ejemplo, personas o poblaciones susceptibles pueden ser aquellas significativamente más propensas que la población en general a acusar los efectos de un factor de presión o deterioro debido a la etapa de la vida en que se encuentran (niñez, vejez, embarazo), polimorfismos genéticos, reacciones inmunitarias previas (individuos que han sido “sensibilizados” a una sustancia química en particular) o el estado de salud prevalente (por ejemplo, asmáticos). Si dos individuos, uno susceptible y otro que forme parte de la población general, son expuestos a la misma concentración de una sustancia química durante el mismo periodo de tiempo, es posible que la exposición produzca efectos negativos en el primero y ningún efecto o efectos leves en el segundo (EPA de EU, 2003).

Sustancia química en el medio ambiente

Sustancia química natural o producida por el hombre que está presente en el aire, agua, alimentos, suelo, polvo u otros medios.

Vulnerabilidad

La propensión de individuos, subpoblaciones específicas u otros grupos (comunidades) de personas o sistemas ecológicos a sufrir daños frente a factores de presión y perturbaciones externos (Kasperson *et al.*, 1995). El término “vulnerabilidad” se refiere en este documento específicamente a la propensión intrínseca de una entidad expuesta a experimentar los efectos negativos derivados de agentes externos, eventos, perturbaciones o factores de presión circundantes.