

Hacia un medio ambiente más sano

*Panorama general de los retos ambientales
para la salud de la niñez de América del Norte*



**Comisión para la
Cooperación Ambiental
de América del Norte**

Abril de 2002

La Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) se creó al amparo del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN) para tratar asuntos ambientales de los tres países desde una perspectiva regional, con énfasis en los derivados del ámbito de la liberación comercial.

Esta publicación fue preparada para el Secretariado de la CCA y no refleja necesariamente las opiniones de la CCA o de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos y México.

Se permite la reproducción de este documento en cualquier formato, todo o en partes, para fines educativos o no lucrativos sin permiso expreso del Secretariado de la CCA siempre y cuando se cite la fuente. La CCA agradecería recibir una copia de cualquier publicación o material que use como fuente este documento.

Edición al cuidado del Departamento de Comunicaciones del Secretariado de la CCA

Para más información

Comisión para la Cooperación Ambiental
393, rue St-Jacques Ouest, bureau 200
Montréal (Québec) Canada H2Y 1N9
Tel.: (514) 350-4300 Fax: (514) 350-4314

<http://www.cec.org>

Disponible en français – Available in English

Presentación

Como padres de familia, y como adultos en una sociedad atenta, hacemos todo lo posible por proteger a los niños de cualquier daño. Los vacunamos contra enfermedades, les decimos que no hablen con desconocidos, restringimos su libertad para ingerir bebidas alcohólicas o trabajar. Pero, ¿qué podemos hacer cuando el peligro acecha en el césped de un parque público o en el aire que respiran?

Casi todos los días descubrimos algo más acerca de los riesgos inherentes a los contaminantes ambientales. Sabemos que el plomo en los restos de pintura o la cerámica vidriada puede reducir el coeficiente intelectual y dañar el sistema nervioso central. Sabemos que los policlorobifenilos y las dioxinas de los incineradores municipales pueden causar cáncer y afectar el desarrollo, las funciones reproductivas y el metabolismo. Apenas recientemente descubrimos que el humo de tabaco es un factor de riesgo para el síndrome de muerte súbita del lactante. Y por cada relación que hemos podido constatar, hay decenas más que nos resultan sospechosas.

Los niños son particularmente vulnerables a los ataques ambientales. Su cuerpo cambia con rapidez, lo cual da cabida a que las sustancias químicas reviertan este proceso. Necesitan inhalar más aire —con contaminantes y todo— y, en proporción a su tamaño, absorben más residuos de plaguicidas y otros contaminantes en sus alimentos que los adultos. Los niños que viven en la pobreza corren más riesgos inclusive. Debido a que tienen poco acceso a la atención médica, a que su nutrición es deficiente y a que es más probable que vivan en zonas industriales contaminadas, estos niños son menos capaces de resistir el ataque. En los tres países de América del Norte, los niños constituyen el mayor grupo de edad que vive en la pobreza.

Tenemos un problema que trasciende fronteras, pero este informe es el primer paso para solucionarlo de modo colectivo, aprovechando nuestras diversas perspectivas y experiencias. Antes de empezar a proponer soluciones, necesitamos entender a qué nos enfrentamos en el contexto de cada país.

Uno de los retos es evidente: los trastornos causados por el ambiente suelen ser crónicos, difíciles de tratar y más complicados de revertir. La prevención es la clave. La iniciativa sobre salud infantil y medio ambiente nos permite tomar medidas preventivas para mejorar la salud de las siguientes generaciones de padres de familia y personas que toman decisiones.

Si bien abunda la literatura sobre la elevada toxicidad de muchas sustancias químicas, tenemos poca información sobre el efecto de la exposición crónica en dosis bajas o de cómo actúan diversas sustancias químicas en combinación. Necesitamos promover la investigación científica y clínica para ayudar a los legisladores a tomar decisiones basadas en pruebas, pero también es necesario que tengamos el valor de tomar medidas preventivas mientras se obtienen más datos. De esto ya hay sólidos precedentes. Pensemos en cómo advertimos a las mujeres embarazadas sobre la ingesta de bebidas alcohólicas, a pesar de que no sabemos gran cosa sobre el efecto del alcohol en el feto en desarrollo. Sobre estas medidas precautorias necesitamos trabajar.

Los niños son el recurso más precioso de América del Norte. Serán nuestra población adulta el día de mañana y ellos crearán a los niños de la siguiente generación. Protegerlos con la protección de nuestro ambiente es una doble inversión en el futuro.



Irena Buka, M.B. Ch.B. F.R.C.P. (C)
Presidenta, Consejo Consultivo de Expertos sobre Salud Infantil y Medio Ambiente
en América del Norte

Índice

I. INTRODUCCIÓN	1
II. UN MEDIO AMBIENTE SALUDABLE PARA UNA NIÑEZ SALUDABLE.....	3
III. POR QUÉ LA POBLACIÓN INFANTIL SE HALLA EN MAYOR RIESGO.....	5
A. Panorama general	5
B. Vulnerabilidades físicas	5
1. Desarrollo	5
2. Dieta.....	7
C. Vulnerabilidades derivadas del comportamiento.....	7
D. Factores que determinan una susceptibilidad adicional.....	8
1. Pobreza	8
2. Origen étnico	10
IV. EL ENTORNO DE AMÉRICA DEL NORTE	11
A. Población urbana y rural	11
B. Estadísticas vitales	11
Cuadro 2. Principales causas y tasas de mortalidad de 1 a 4 años de edad, 1997	13
V. AMENAZAS AMBIENTALES PARA LA SALUD INFANTIL.....	15
A. Fuentes de exposición (clases de amenazas).....	15
1. Contaminantes químicos	15
2. Sustancias peligrosas en bienes de consumo	15
3. Plaguicidas	16
4. Metales tóxicos.....	17
5. Asbestos.....	20
6. Ozono	20
7. Partículas suspendidas	20
8. Humo de tabaco en el ambiente.....	21
9. Contaminantes atmosféricos peligrosos	22
10. Agentes aerotransportados	22
11. Agentes microbianos	22
B. Vías de exposición infantil.....	23
1. Alimentos.....	23
2. Agua.....	23
3. Aire	25
VI. EFECTOS EN LA SALUD	27
A. Asma.....	27
B. Cáncer infantil.....	27
C. Efectos en el desarrollo neurológico.....	30
D. Malformaciones congénitas	30
VII. CONSIDERACIONES DE POLÍTICA	34
A. Panorama general	34

B. Lagunas científicas y asuntos incipientes en la salud ambiental de los niños	35
C. Áreas de oportunidad para la acción en escala de América del Norte	37
VIII. ANEXOS: INICIATIVAS INTERNACIONALES.....	39
IX BIBLIOGRAFÍA SELECCIONADA.....	42

I. Introducción

Durante los últimos años se ha vuelto cada día más evidente que los peligros ambientales constituyen una amenaza particular para los niños. Al mismo tiempo, se tiene una mejor comprensión de la manera en que contaminantes como el mercurio, el plomo, el DDT, las dioxinas y otros contaminantes orgánicos persistentes se transportan a grandes distancias por el viento y el agua o mediante el comercio. Dado que los niños están cada día más expuestos a contaminación ambiental de origen foráneo a través del transporte a grandes distancias de contaminantes como los orgánicos persistentes (COP), y a la luz del conocimiento de que los niños constituyen una población más vulnerable a los efectos de éstos y otros contaminantes ambientales, es evidente la necesidad imperiosa de la cooperación mundial y un esfuerzo regional bien coordinado para proteger verdaderamente a nuestros niños.

Consciente de la necesidad de una mayor cooperación, el Consejo de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), integrado por los funcionarios de medio ambiente de más alto rango de Canadá, Estados Unidos y México, anunció una iniciativa especial de la Comisión en este campo tan importante. Actualmente la CCA ya contribuye de manera activa a eliminar o reducir los contaminantes orgánicos persistentes y otras sustancias, rastrea datos sobre las emisiones tóxicas al medio ambiente y participa en otras iniciativas relevantes de la agenda de la salud infantil.

El Simposio de América del Norte sobre Salud Infantil y Medio Ambiente de la CCA, celebrado en Toronto en mayo de 2000, fue un paso importante en la elaboración de un programa común para los tres países. En el simposio se reunieron científicos, políticos y defensores del medio ambiente y la salud infantil para analizar los descubrimientos científicos recientes, los aspectos incipientes, las lagunas en el conocimiento y las nuevas orientaciones de política. Los participantes lograron identificar campos de interés común e intercambiaron opiniones para formular un plan regional.

Los resultados del simposio proporcionaron una base importante para la Resolución de Consejo 00-10 sobre Salud Infantil y Medio Ambiente, aprobada por el Consejo de la CCA en su sesión de Dallas, Texas, en junio de 2000. La Resolución compromete a los tres gobiernos a trabajar juntos para desarrollar un programa de cooperación que proteja a los niños frente a las amenazas medioambientales, centrado al principio en el asma y otras enfermedades respiratorias; los efectos del plomo, incluido el envenenamiento con ese elemento, y las repercusiones de la exposición a otras sustancias tóxicas. La Resolución también convocó a la formación de un Consejo Consultivo de Expertos para asesorar al Consejo en materia de salud infantil y medio ambiente. El consejo consultivo se reunió en octubre de 2001.

El presente documento se propone presentar en cinco partes un panorama general de los aspectos de la salud ambiental de los niños, sobre todo en América del Norte. La primera parte es una introducción general del tema. La segunda presenta un panorama general del desarrollo de los niños y examina cómo éstos se ven afectados por los contaminantes en las diversas etapas de su vida; esto es crucial no sólo para evaluar el riesgo, sino para formular soluciones por objetivo. La tercera y la cuarta partes ofrecen

una perspectiva de los peligros ambientales y sus consecuencias en los niños. Por último, en la quinta se describen consideraciones de política y posibles oportunidades de acción trilateral con miras a estimular el diálogo entre individuos y grupos interesados de toda la sociedad civil sobre lo que se puede hacer para proteger a los niños ante las amenazas medioambientales en América del Norte.

II. Un medio ambiente saludable para una niñez saludable

La salud ambiental de la infancia es un campo relativamente nuevo que incorpora la infancia, el medio ambiente y la salud: tres elementos interrelacionados y dinámicos que abarcan diversas disciplinas y sectores. Un principio esencial de este nuevo campo de conocimiento es que al centro del paradigma se ubican los niños, su salud y su desarrollo. La población infantil constituye 30% de la población mundial, pero representa 100% de nuestro futuro (Naciones Unidas, 1998), por lo que su crecimiento y desarrollo revisten particular importancia.

La conexión entre el medio ambiente externo y la salud humana es plenamente reconocida por instituciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual ha declarado que “la salud humana depende en última instancia de la capacidad de la sociedad para manejar la interacción entre las actividades humanas y el medio ambiente físico y biológico” (OMS, 1992). Más recientemente, la OMS llegó a la conclusión de que alrededor de una cuarta parte del conjunto de las enfermedades mundiales se puede atribuir a factores ambientales (OMS, 1997). Y muchas de las amenazas ambientales a la salud son evitables. Ejemplo de ello es el envenenamiento por plomo. Los centros para el control y la prevención de enfermedades (CDC, Centers for Disease Control and Prevention) de Estados Unidos contribuyeron a que las autoridades federales iniciaran la reducción del plomo en la gasolina, lo que se tradujo en disminuciones en los niveles de plomo en la sangre en la población estadounidense. Los datos más recientes del National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) registran que el porcentaje de los niños de EU con niveles elevados de plomo en la sangre ha disminuido de 88.2% a finales de los años setenta a 4.4% a principios de los noventa (Brody *et al.*, 1994)

Nuestro mundo ha registrado cambios radicales durante los últimos 50 años. Las innovaciones tecnológicas en las ciencias de la vida, en las comunicaciones, la medicina y otras áreas han revolucionado la forma en que vivimos. Parte de esa revolución ha conducido al descubrimiento y la manufactura de miles de sustancias químicas que antes no existían en el mundo, pero que hoy día es posible encontrar en prácticamente cualquier rincón, transportadas por fuerzas naturales y como consecuencia del creciente comercio entre las naciones. Si bien hemos cosechado cuantiosos beneficios del uso de minerales y sustancias químicas —nuevas y antiguas—, apenas ahora comenzamos a explorar y comprender algunos de los otros efectos que estas sustancias pueden tener en la salud humana, en particular, en la de nuestros niños. A la luz de nuestro cada vez más vasto conocimiento científico sobre el desarrollo infantil, las sustancias tóxicas en el medio ambiente y la salud humana, se torna evidente la necesidad de evaluar nuestras estrategias de protección de la salud infantil para garantizar su eficacia.

La salud ambiental de la infancia entraña algunos aspectos exclusivos:

- La mayor parte de los niños tiene una esperanza de vida mayor que la de los adultos, de suerte que los efectos de la exposición ambiental en los primeros años de vida disponen en ellos de mayor tiempo para manifestarse más adelante como consecuencias adversas en la salud.

- Los efectos de la exposición ambiental pueden alterar o dañar **de manera permanente** los sistemas en desarrollo de un niño, y sin embargo no significar daño alguno para la salud de un adulto (lo inverso también puede ocurrir).

La salud ambiental de la infancia es un elemento medular del desarrollo sustentable. En general, los niños saludables se convertirán, al crecer, en adultos sanos y capaces. Invertir hoy en condiciones ambientales que protejan y mejoren la salud infantil reportará a la sociedad de América del Norte beneficios de largo plazo, en términos de una menor demanda de servicios sociales y de salud, y una mayor productividad en el futuro.

Si creamos un medio ambiente seguro y saludable para los niños —posiblemente el segmento más vulnerable y sensible de la población—, estaremos generando un entorno seguro y saludable para todos.

Salud infantil y medio ambiente: definición de términos

Los niños

Los niños son “organismos dinámicos” que crecen y evolucionan con gran rapidez. Para efectos de este documento, se considera “niño” a todo ser humano desde su nacimiento hasta los 18 años de edad, momento en que la mayoría de los sistemas biológicos alcanzan su desarrollo pleno. Se reconoce que la salud reproductiva de los padres tiene un efecto enorme en el desarrollo saludable, tanto del feto como del niño

Medio ambiente

Muchos factores ambientales influyen en la salud infantil, incluidas la calidad del agua, el aire, la alimentación, la vivienda y la seguridad de los lugares en donde los niños habitan, aprenden y juegan. Cada uno de estos factores es importante de suyo, pero también interactúan entre sí y con los demás elementos determinantes de la salud, entre los que se incluyen factores sociales y económicos, prácticas sanitarias, factores genéticos y acceso a los servicios de salud (Comité Consultivo Federal, Provincial y Territorial sobre Salud Pública, Canadá, 1994).

Salud

Durante los últimos 50 años, la Organización Mundial de la Salud ha revisado y ampliado su definición de salud, pasando de “un estado pleno de bienestar físico, mental y social, y no meramente la ausencia de enfermedad”, a “un concepto positivo que enfatiza los recursos sociales y personales, así como la capacidad física”.

III. Por qué la población infantil se halla en mayor riesgo

A. Panorama general

Los niños no son adultos pequeños. Desde el momento de la concepción, el feto, primero, y, luego, el infante, el niño y el adolescente se encuentran en estados dinámicos de crecimiento: el cerebro, la piel, los riñones y el hígado, así como los sistemas nervioso, respiratorio, inmunológico, endocrino, reproductivo, gastrointestinal y óseo. La precisión científica y la complejidad de este desarrollo permiten que el cuerpo madure, pero al mismo tiempo presentan puntos específicos de vulnerabilidad que pueden dar lugar a desviaciones, alteraciones o daños permanentes de estos sistemas en desarrollo.

Por ello resulta necesario considerar *en qué momento* del desarrollo infantil ocurre la exposición, y no sólo el tipo de sustancias tóxicas, las fuentes y las vías de exposición y la dosis del contaminante. El feto, por ejemplo, es quizás el más vulnerable a los efectos de la agresión ambiental. Hoy día sabemos que una gran variedad de sustancias tóxicas —como los bifenilos policlorados (BPC), los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), el monóxido de carbono (CO), el plomo (Pb) y el etanol, entre otros (Bearer, 1995; Etzel y Balk, 1999)— pueden atravesar la placenta y provocar severos efectos adversos en la salud de los infantes expuestos (Jacobson *et al.*, 1990). También sabemos que la barrera hematoacuosa/cerebral no está desarrollada por completo en el feto, ni tampoco en el recién nacido, por lo que algunas sustancias tóxicas pueden pasar libremente, por ejemplo el alcohol.

La población infantil difiere de la adulta en comportamiento, psicología, metabolismo y dieta. Por cada kilogramo de peso, los niños respiran más aire, beben más fluidos y consumen más alimento que los adultos, lo cual incrementa de manera proporcional su exposición a los contaminantes presente en el ambiente. Por lo general, los niños son más activos que los adultos y participan de una gama de comportamientos que los pone en mayor riesgo de exposición.

B. Vulnerabilidades físicas

1. Desarrollo

El cerebro y el sistema nervioso continúan su desarrollo en la adolescencia hasta la mitad del segundo decenio de vida y son en extremo sensibles a la exposición en momentos críticos de su desarrollo (Rodier, 1995). La experiencia en Canadá, Estados Unidos y México nos ha enseñado que el plomo y el metil mercurio pueden afectar de manera profunda el desarrollo de la inteligencia y del sistema nervioso central. Cuando la exposición a sustancias tóxicas ocurre durante momentos específicos del desarrollo infantil, aun si se trata de “dosis bajas”, se registran efectos sutiles, incluidas alteraciones en el desarrollo del lenguaje, la atención y la memoria, así como en las funciones motora y visual-espacial. Los efectos del plomo en el coeficiente intelectual han sido bien documentados (McKeown-Eyssen *et al.*, 1983b; Needleman *et al.*, 1990; OMS, 1990; Grandjean *et al.*, 1999). En Estados Unidos y Canadá se están observando efectos más sutiles y problemas relacionados con el desarrollo —incluido el trastorno de déficit de atención e hiperactividad (TDAH)—, y se les ha asociado con diversos

tóxicos ambientales, como el humo del tabaco, el alcohol, el mercurio y los BPC (Chen *et al.*, 1992). También hay estudios que muestran un posible vínculo entre las exposiciones ambientales (por ejemplo al plomo) y la delincuencia juvenil (Needleman, 1996).

En ocasiones los sistemas de desarrollo de los bebés (como los nervioso, inmunológico, reproductivo, gastrointestinal y respiratorio) pueden protegerlos frente a los tóxicos, ya que su cuerpo no puede romper estos compuestos tóxicos en metabolitos dañinos. Es el caso del acetaminofel (Etzel y Balk, 1999). Pero con más frecuencia los bebés y los niños están en mayor riesgos porque no pueden metabolizar, eliminar la toxicidad y excretar las toxinas con igual eficiencia que los adultos) (Echobichon y Stevens 1973; Landrigan *et al.*, 1998).

Los infantes crecen y se desarrollan con rapidez y son más propensos a sufrir los efectos adversos de una exposición a dosis bajas, ya que las células que crecen y se dividen están en mayor riesgo de recibir la influencia de las sustancias químicas (McBride, 1998). Por lo general, en los primeros cuatro o seis meses alcanzan el doble del peso que tenían al nacer, y al cumplir su primer año ya lo han triplicado. A pesar de que el recién nacido pesa tan sólo una vigésima parte de lo que pesa un hombre adulto promedio, la superficie de su cuerpo mide un octavo de lo que mide la de un adulto, lo cual arroja una superficie dérmica mucho mayor en proporción a la masa. Por ello los infantes y los niños podrían tener más posibilidades de entrar en contacto dérmico con algunos contaminantes ambientales, riesgo que se multiplica cuando se considera la conducta de los infantiles y los niños (véase la sección C, *Vulnerabilidades derivadas del comportamiento*).

Los niños absorben y metabolizan los nutrientes en diferentes proporciones que los adultos. Por ejemplo, los niños requieren más calcio que los adultos para el crecimiento de los huesos y, por consiguiente, lo absorben del tracto gastrointestinal en mayores cantidades. Los niños con deficiencia de calcio, hierro y proteínas pueden absorber el plomo con mayor rapidez que un niño bien alimentado: se calcula que mientras un adulto absorbe 10% del plomo ingerido, un infante de uno a dos años de edad absorberá 50% (Royce, 1992; Bearer, 1995). Otros ejemplos son el manganeso y el hierro: los niños requieren de ambos elementos para su oxigenación y los absorben a través de las paredes intestinales. El plomo y otros metales pueden interferir e incluso reemplazar la absorción de los nutrientes necesarios para el organismo (Peraza *et al.*, 1998).

Asimismo, los riesgos derivados de los contaminantes atmosféricos son mayores en la población infantil. Los niños respiran más rápido: un recién nacido inspira 60 veces por minuto —en contraste con 12 inspiraciones de un adulto—, por lo que inhalan un mayor volumen de aire por minuto de respiración (Bearer, 1995). Por ende, los niños tienen más probabilidades de respirar mayores cantidades de contaminantes atmosféricos. Y, puesto que sus pulmones continúan formando alvéolos hasta la adolescencia (Etzel y Balk, 1999), presentan una mayor susceptibilidad al padecimiento de daños permanentes.

La pubertad y la adolescencia constituyen otro momento de crecimiento y cambio acelerados. Fuera del tabaco, poco se ha investigado sobre los efectos en la salud de la exposición a toxinas ambientales durante esta etapa del desarrollo. Algunos científicos creen que ya es tiempo de hacerlo.

2. Dieta

Para muchos infantes en América del Norte la leche materna es la fuente primaria de alimento durante los primeros meses de vida; es una fuente ideal de nutrición que les proporciona un alto nivel de proteínas y grasas, además de una protección inmunológica natural. Desafortunadamente, la leche materna también puede contener metales pesados (como plomo, cadmio y mercurio), plaguicidas clorados (como el hexaclorobenceno, DDT y sus metabolitos, y trans-nonacloro) y sustancias químicas orgánicas (como BPC y dioxinas) de uso industrial (Jensen y Slorach, 1991; Newsome *et al.*, 1992; Bearer, 1995; Sonawane, 1995; Lopez-Carrillo *et al.*, 1996; Polder *et al.*, 1998; CCA, 1999; Nashashibi, 1999; Waliszewski *et al.*, 1999). Muchos de estos productos químicos se transportan por toda la atmósfera y se depositan en regiones lejanas, proceso conocido como el “efecto saltamontes” (CCA, 1997) y acaban por acumularse en el tejido graso de animales y humanos. En parte por este y otros procesos de transporte se han encontrado sustancias persistentes y bioacumulativas en la leche materna y los tejidos grasos de animales y humanos que radican lejos del punto del uso inicial del producto químico. La presencia de contaminantes en la leche materna es preocupante porque suele ser la única fuente de alimento de los infantes durante los primeros meses de vida; aunque es preciso aclarar que, al analizar los riesgos asociados con la presencia de contaminantes en la leche materna en comparación con los beneficios de amamantar, se concluye que los beneficios son mayores.

El infante promedio consume unos 142 gramos (148 mLs) de alimento por cada kilogramo de peso corporal, lo cual equivale a que un adulto promedio consumiera unos 30 vasos de 350 mililitros (355 mLs) de leche al día (Etzel y Balk, 1999). Expresada como porcentaje de su peso corporal, la cantidad de agua que diariamente beben infantes y niños es dos y media veces mayor que la que ingieren los adultos (Plunkett *et al.*, 1992). Los niños de uno a cinco años de edad comen de tres a cuatro veces más por unidad de peso corporal que el adulto promedio. Además, la dieta de la población infantil suele incluir más frutas y verduras que la de los adultos, lo que podría aumentar su exposición relativa a cualquier plaguicida que pudiera estar presente en estos alimentos; por ejemplo, en proporción a su peso corporal, un niño estadounidense promedio de un año de edad come de dos a siete veces más uvas, plátanos, peras, zanahorias y brócoli que un adulto (National Research Council, 1993).

C. Vulnerabilidades derivadas del comportamiento

El desarrollo natural de los niños entraña la exploración del ambiente que los rodea. El llevarse cosas de la mano a la boca es un recurso básico, instintivo, de este proceso de descubrimiento. Más adelante, a medida que los infantes empiezan a gatear, cualquier objeto a su alcance —y ello incluye el polvo y la tierra— es motivo de experimento e, incluso, de ser ingerido, por lo que acaba por llegar a la boca.

Aunque los niños pueden vivir en la misma casa que su familia, experimentan medios ambientales distintos a los de su casa. Por ejemplo, los bebés permanecen en interiores, ya sea en la cuna o el suelo; luego comienzan a gatear o a dar sus primeros pasos y, al igual que los niños pequeños, ocupan un espacio cercano al suelo. Por el contrario, la zona en la que los adultos respiran suele encontrarse entre 1.20 y 1.80 metros por encima del suelo. Algunas sustancias químicas pesadas como plomo, partículas de materia, radón y vapores de mercurio y de plaguicidas se asientan cerca del piso, lo cual aumenta

potencialmente el peligro de exposición para los niños (Bearer, 1995; Mott, 1997; Etzel y Balk, 1999; Fenske *et al.*, 1990). También se han notado que hasta 3% de los residuos desplazables de algunos plaguicidas aplicados en el pasto se introduce a los hogares mediante los zapatos de los residentes y se depositan en la alfombra (Nishioka *et al.*, 1996). Según un estudio (Whitmore *et al.*, 1994), estos residuos pueden persistir hasta por cuatro años, lo cual eleva la exposición de los niños a estas sustancias tóxicas, ya que éstos tienden a vivir más cerca del piso que los adultos.

Es frecuente que los niños ingieran tierra como parte de su comportamiento de exploración y, junto con la tierra, ingieren las sustancias tóxicas que ésta pueda contener. Cuando menos en una evaluación de riesgos, los centros para el control y la prevención de enfermedades en Estados Unidos calcularon los siguientes datos de ingestión de tierra: de 0 a 9 meses, 0 mg/d; de 9 a 18 meses, 1,000 mg/d; de 1.5 a 3.5 años, 10,000 mg/d; de 3.5 a 5 años, 1,000 mg/d, y de 5 a 70 años, 100 mg/d (Paustenbach, sin fecha).

A medida que los niños crecen, sus entornos van incluyendo la guardería, la escuela, espacios recreativos e incluso el trabajo: algunos niños trabajan en casa con sus padres, como suele suceder en el caso de las artesanías o los trabajos manuales (Olaiz *et al.*, 1995); asimismo, es común en América del Norte que los hijos de campesinos trabajen con sus padres en el campo. Algunos viven en casas que forman parte del “negocio familiar”, ya sea en el medio rural o en la ciudad, y es posible que allí se usen o almacenen productos químicos, solventes, pinturas y plaguicidas, a los que pueden resultar expuestos (Stansfield y Shepard, 1993; Riojas *et al.*, 1998). Al llegar a la adolescencia, muchos jóvenes encuentran empleos —ya sea de medio tiempo o de tiempo completo— que los pueden exponer a riesgos laborales (Pollack *et al.*, 1990). En todos estos casos los niños pueden quedar expuestos a sustancias químicas y otros contaminantes ambientales.

D. Factores que determinan una susceptibilidad adicional

Toda la población infantil está expuesta a una gran variedad de sustancias tóxicas en las diversas etapas de su desarrollo; sin embargo, algunos niños están sobreexpuestos a amenazas ambientales para la salud debido a la pobreza de sus familias y, en algunos casos, a su origen étnico.

1. Pobreza

Tanto en Canadá como en Estados Unidos los índices de niños en condiciones de pobreza son más elevados que los correspondientes a todos los demás grupos de edad. Hoy día, en Canadá aproximadamente 1.3 millones de niños viven en condiciones de pobreza (Statistics Canada, 1999), en tanto que en Estados Unidos la cifra asciende a 13.5 millones, la mayor parte de origen afroamericano (26.1%) o hispano (25.6%) (US Census Bureau, 1999).

Un informe reciente de UNICEF titulado *The Progress of Nations 2000*, señala que México y Estados Unidos encabezan la lista de los países de la OCDE en que más niños viven en pobreza “relativa”. Indica que más de uno de cada cuatro niños en México (26.2%) y más de uno de cada cinco en Estados Unidos (22.4%) son pobres. El informe define la pobreza relativa como vivir en un hogar

cuyo ingreso es menos de la mitad de la mediana nacional. Los niños que viven en condiciones de pobreza suelen tener un limitado acceso al agua limpia y a los servicios de salud, y habitan en viviendas precarias. Además, por lo general sus padres u otros miembros adultos de la familia trabajan en los empleos más sucios y arriesgados, lo cual aumenta las posibilidades de que “porten consigo a casa” sustancias tóxicas (Chaudhuri, 1998). Es más probable, asimismo, que los niños pobres vivan en zonas donde hay contaminación y degradación ambiental.

La pobreza también está asociada con niveles nutricionales deficientes, mismos que afectan el crecimiento y el desarrollo adecuados, así como la capacidad del organismo para defenderse de las agresiones ambientales. El estado nutricional de un niño es un factor determinante de la facilidad o dificultad con que ciertas sustancias tóxicas son absorbidas o del grado en que éstas pueden interferir con la absorción de los nutrientes que el organismo requiere. Así, por ejemplo, se han asociado niveles bajos de calcio, potasio, zinc, cobre y hierro en la dieta con una mayor absorción del plomo (Skerving, 1988; Mahaffey, 1995).

La combinación de la pobreza, un estado nutricional deficiente y la exposición a sustancias tóxicas en el medio ambiente constituye una gran carga para los niños en desarrollo, pues los hace correr un riesgo mucho mayor de contraer enfermedades y padecer problemas crónicos de salud (Bleyl, 1990; Chaudhuri, 1998). Esta interacción puede revestir particular importancia en México, donde la pobreza está más extendida y la desnutrición severa aún no ha sido erradicada. De una población semirural total de alrededor de 11 millones (Programa IMSS-Solidaridad), estudios por muestreo registraron 79,217 casos de desnutrición, 99% de los cuales eran niños menores de 14 años. El cuadro 1 presenta los índices de desnutrición correspondientes a 1999 (IMSS-Solidaridad, 2000).

Cuadro 1. Desnutrición de niños mexicanos, 1999

Edad (años)	Severa		Moderada		Baja	
	Caso	Tasa	Caso	Tasa	Casos	Tasa
Total*	2,432	22.76	16,217	151.74	60,568	566.73
Menores de 1**	406	150.85	1,910	709.67	7,608	2,826.79
1-4**	1,755	144.83	12,395	1,022.91	45,085	3,720.70
5-14**	228	7.59	1,786	59.45	7,286	242.54
15-24**	14	0.66	74	3.46	401	18.77

* Tasa por cada 100,000 habitantes en el Programa IMSS-Solidaridad, junio de 1999.

** Tasa por cada 100,000 habitantes en el Programa IMSS-Solidaridad, junio de 1999, por grupo de edad (cálculos basados en el porcentaje de unidades de trabajo).

2. Origen étnico

En Canadá, los niños (de 0 a 14 años de edad) que forman parte de las denominadas “minorías visibles” (personas que habitan en Canadá y que, sin pertenecer a los pueblos autóctonos, no son de raza caucásica o blanca) representan 13% de la población, lo cual constituye un segmento significativo. Los niños de origen asiático y mediorientista representan 8.9% del total de la población; los niños negros, 2.8%, y los latinoamericanos, 0.7%. Los pueblos autóctonos representan aproximadamente 2.8% de la población nacional (Statistics Canada, 1996). Los niños y los jóvenes indígenas representan 50% del total de la población autóctona (Statistics Canada, 1996).

En comparación con la población en general, los inuit de norte de Canadá corren un mayor riesgo de exposición a contaminantes orgánicos persistentes debido a que su dieta es rica en alimentos tradicionales, entre ellos los procedentes de mamíferos marinos cuya grasa constituye el depósito ideal de diversas toxinas y sustancias químicas. Las regiones árticas, como las de Nunavut y Nunavik, significan un riesgo particular, pues los contaminantes depositados por el aire y las corrientes marinas se acumulan en el entorno frío y, por lo general, se desintegran a una velocidad mucho menor. De hecho, se han encontrado niveles elevados de contaminantes específicos, como BPC y DDT, en la leche materna de las mujeres inuit en el norte (Dewailly *et al.*, 1993). Aunque todavía no se determinan con precisión los riesgos que estos contaminantes entrañan para la salud de la población infantil inuit, algunos científicos han concluido que los niños de estas comunidades presentan sistemas inmunológicos delicados y mayores índices de enfermedad (Repetto, 1996).

En 1996, la composición étnica de la población infantil (menores de 18 años) en Estados Unidos era: niños de origen hispano, 14%; niños afroamericanos, 15%; niños de origen asiático o de las islas del Pacífico, 4%; niños de pueblos autóctonos, 1%, y niños de raza blanca, no hispanos, 66% (US Census Bureau, 1999). Numerosos estudios han demostrado que, proporcionalmente, un mayor número de rellenos sanitarios, plantas generadoras de energía, sitios de desechos tóxicos, estaciones de autobuses, patios de ferrocarril, plantas de tratamiento de aguas negras e instalaciones industriales se ubican en las comunidades de color y en las pobres (Bullard, 1994; Brynant, 1995). De manera similar, se ha documentado que los niños de las comunidades de minorías étnicas en Estados Unidos están más expuestos a la contaminación del aire y al plomo que los niños blancos (Wernette y Nieves, 1992; Centers for Disease Control, sin fecha).

En México, se calcula que 10% de la población total es indígena (Valdés, 1996), y al parecer existe una relación entre el origen étnico y la expectativa de vida. Por ejemplo, en los municipios con una población indígena de más de 70%, la tasa de mortalidad es 13% mayor que el promedio nacional (Bronfman *et al.*, 1994). No obstante, los factores determinantes son poco claros.

IV. El entorno de América del Norte

Los niños y los jóvenes siguen representando una proporción considerable de la población en América del Norte, sobre todo en México. La población infantil, desde el nacimiento hasta los 18 años de edad, constituye 28% de la población nacional (1996) de Canadá, 28.8% de la población nacional (1997) de Estados Unidos y 45.6% de la población nacional (1997) de México (Statistics Canada, 1997; US Census Bureau, 1999; INEGI, 1999).

A. Población urbana y rural

Una gran mayoría de la población de América del Norte vive en zonas urbanas. Estados Unidos es, de los tres países, el más urbanizado: 80% de su población vivía en o cerca de zonas urbanas en 1993 (Naciones Unidas, 1996). En Canadá, si bien la mayor parte de la población (78%) vive en zonas urbanas, el resto constituye una importante minoría que habita en zonas rurales (22%) (Statistics Canada, 1997). México presenta la mayor tasa anual de crecimiento de la urbanización: en 1993 73% de la población vivía en o cerca de zonas urbanas, y desde entonces la proporción aumenta a un ritmo de 2% anual, en comparación con 1% de Canadá y 1.2% de Estados Unidos (Centro Latinoamericano de Demografía, 1997).

B. Estadísticas vitales

En 2000 los índices de natalidad en Canadá, Estados Unidos y México fueron de 11.3, 13.5 y 23.4 (por cada mil habitantes), respectivamente (OPS, 2000). Como se informa en *State of the World Children 2000*, de la UNICEF, en los tres países las tasas de natalidad brutas están disminuyendo (UNICEF, 2000) y se espera sigan cayendo.

El agua limpia, la salubridad, las vacunas, los antibióticos, la educación, la calidad y accesibilidad de los cuidados de la salud y una mayor conciencia pública se han traducido en un descenso constante de la mortalidad infantil por enfermedades infecciosas y lesiones en Canadá y en Estados Unidos. Hoy se presta cada vez mayor atención a las enfermedades crónicas de infantes y niños jóvenes porque la exposición durante la primera infancia y la infancia podrían estar relacionadas con las enfermedades que aparecen en la edad adulta.

En México los patrones de las enfermedades varían a lo largo del país. Las comunidades pobres son las más afectadas por enfermedades infecciosas. Aun cuando el número de muertes por enfermedades respiratorias sigue en aumento (Riojas y Santos-Burgoa, 1998), la mortalidad por infecciones intestinales se ha reducido como resultado de las iniciativas que las secretarías de Salud y de Medio Ambiente han puesto en marcha, como la cloración del agua, la reducción de los embalses del líquido y una mejor educación en higiene.

Las tasas de mortalidad de Canadá, Estados Unidos y México se muestran en el cuadro 2 (Ssa, 1999; OMS, 2001). En 1997, las dos principales causas de muertes en niños menores de 1 año fueron las

anomalías congénitas y las condiciones originadas durante el periodo perinatal. Para los grupos de edad de 1 a 4 y 5 a 14 años, los accidentes (sin incluir los de tráfico) y los efectos adversos fueron la principal causa de muerte infantil en los tres países. En Canadá y Estados Unidos los accidentes de tráfico (en vehículos de motor) ocuparon el segundo lugar, en tanto que en México este sitio correspondió a la neumonía y la influenza, mientras las infecciones intestinales ocuparon el tercer lugar.

Cuadro 2. Principales causas y tasas de mortalidad en Canadá, Estados Unidos y México (1997)

País	Grupo de edad			
	<1*	1-4**	5-14**	15-24**
Canadá	Condiciones originadas en el periodo perinatal 254.4	Accidentes y efectos adversos 8.0	Accidentes y efectos adversos 6.5	Accidentes y efectos adversos 27.1
	Anomalías congénitas 147.7	Signos, síntomas y otras enfermedades poco definidas 4.3	Accidentes en vehículos de motor 3.1	Accidentes en vehículos de motor 18.6
	Signos, síntomas y otras enfermedades poco definidas 77.5	Neoplasmas malignos 3.2	Neoplasmas malignos 2.7	Suicidio y lesiones autoinfligidas 13.7
Estados Unidos	Condiciones originadas en el periodo perinatal 333.3	Accidentes y efectos adversos 13.1	Accidentes y efectos adversos 8.7	Accidentes y efectos adversos 36.5
	Anomalías congénitas 159.2	Accidentes en vehículos de motor 4.3	Accidentes en vehículos de motor 4.8	Accidentes en vehículos de motor 27.4
	Signos, síntomas y otras enfermedades poco definidas 97.2	Ahogamiento o sumersión accidental 3.0	Neoplasmas malignos 2.7	Homicidio y lesiones infligidas intencionalmente 16.6
México	Condiciones originadas en el periodo perinatal 734.5	Accidentes 21.9	Accidentes 12.2	Accidentes 34
	Anomalías congénitas 267.7	Neumonía e influenza 12.5	Neoplasmas malignos 4.7	Homicidio y lesiones infligidas intencionalmente 18.4
	Neumonía e influenza 199.2	Infecciones intestinales 12.0	Anomalías congénitas 2.0	Neoplasmas malignos 6.7

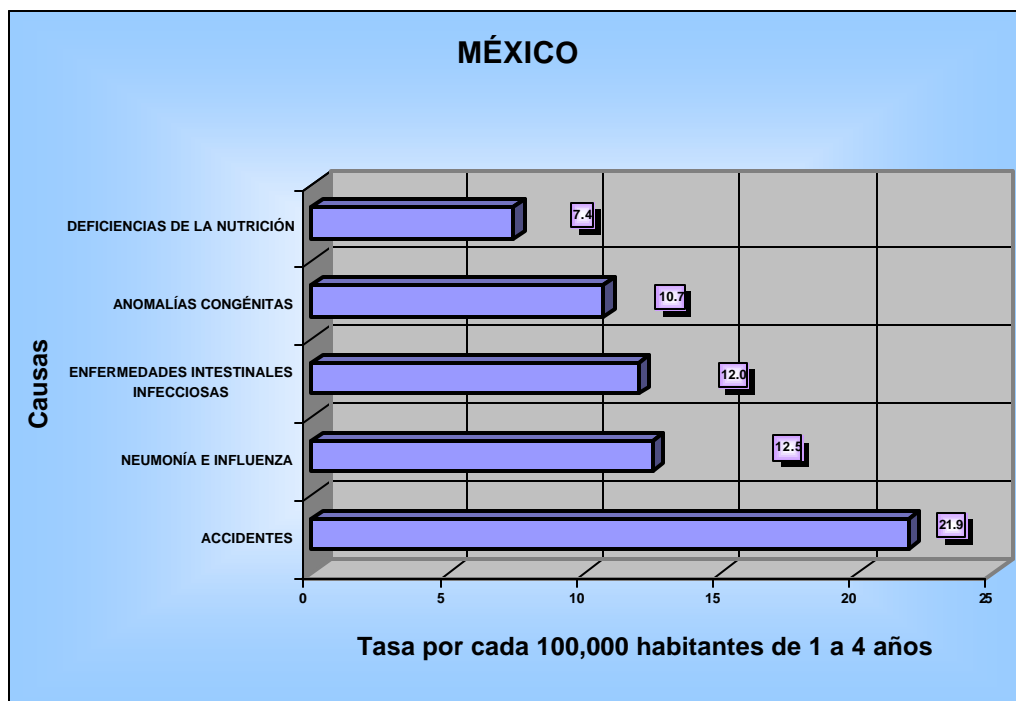
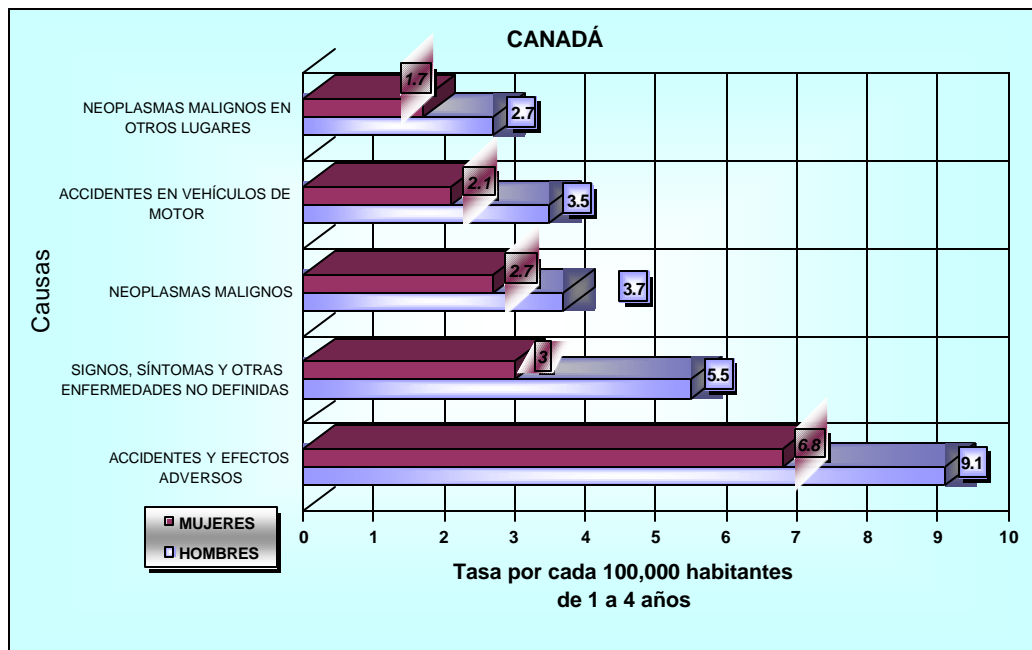
* Tasas de mortalidad infantil por cada 100,000 nacimientos

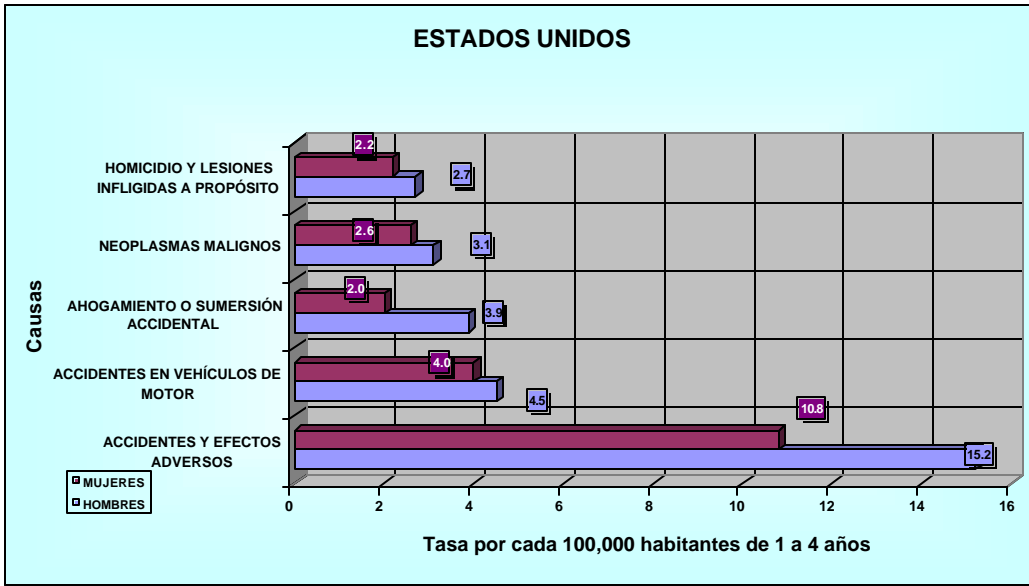
** Tasas de mortalidad por cada 100,000 habitantes por grupo de edad

Fuentes: Organización Mundial de la Salud (OMS), 2001. *Datos sobre mortalidad*. Secretaría de Salud (Ssa), *Estadísticas vitales, mortalidad*, 1999.

Cuadro 2. Principales causas y tasas de mortalidad de 1 a 4 años de edad, 1997

Fuente: OMS, 2001; Ssa, 1999.





V. Amenazas ambientales para la salud infantil

A. Fuentes de exposición (clases de amenazas)

Los niños están expuestos a una diversidad de peligros derivados de una variedad de fuentes, desde las que ocurren de manera natural, como las radiaciones ultravioleta y agentes microbiológicos, hasta las provocadas por los humanos, como los plaguicidas. En seguida se presenta un breve panorama de algunos de los peligros a que se enfrentan los niños de América del Norte en sus alimentos, como resultado de la contaminación del aire y el agua y los lugares en donde viven, aprenden y juegan.

1. Contaminantes químicos

Hoy día se descubre una nueva sustancia química aproximadamente cada nueve segundos de la jornada laboral (McGinn, 2000). El 15 de junio de 1998 se identificó la sustancia química sintética número 18 millones conocida para la ciencia (McGinn, 2000). Con todo, la EPA recibe sólo 2 mil productos químicos nuevos para revisión cada año, lo que significa que la capacidad para producir nuevas sustancias químicas ha rebasado con mucho nuestra capacidad para monitorearlas (Landrigan, 1998). Es probable, pues, que muchas sustancias químicas de uso común no hayan sido examinadas con el propósito de determinar sus consecuencias para la salud, sobre todo para la salud infantil (Roe *et al.*, 1997; Schaefer, 1994).

Algunas de estas sustancias químicas se denominan contaminantes orgánicos persistentes (COP) en virtud de que permanecen en el medio ambiente durante periodos muy largos, se acumulan en el tejido de los organismos vivos y a menudo son transportadas a grandes distancias de sus fuentes de origen. Como se mencionó, los COP se encuentran en los tejidos de seres humanos en todo el mundo y se pueden transmitir de una generación a otra por medio de la leche materna. Los COP incluyen sustancias químicas industriales, como BPC; plaguicidas, como DDT y clordano, y derivados no intencionales de los procesos industriales, como dioxinas y furanos. Algunos COP son neurotoxinas y también causantes de trastornos endocrinos. La Convención de Estocolmo sobre COP, suscrita por más de 100 países de todo el mundo desde mayo de 2001, plantea la eliminación o disminución gradual de estos contaminantes e incluye en su etapa inicial doce sustancias objetivo: aldrín, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro, hexaclorobenceno, mirex, toxafeno, BFP, DDT, dioxinas y furanos.

2. Sustancias peligrosas en bienes de consumo

Gran variedad de productos de uso doméstico pueden exponer a los niños a sustancias tóxicas o peligrosas. Entre las posibles fuentes de exposición se cuentan: materiales para la construcción tratados químicamente (por ejemplo, aislantes y aglomerados); tapicería y enseres de casa (incluidos tapetes, alfombras, cortinas y papeles tapiz); aparatos domésticos (incluidos estufas de gas y de leña, y calentadores de queroseno); productos de limpieza, y materiales empleados en actividades recreativas (Metropolitan Toronto Teaching Health Units y South Riverdale Community Health Centre, 1995). Incluso los juguetes y otros productos fabricados específicamente para niños pueden resultar

peligrosos. Un ejemplo reciente es la presencia de ésteres de ftalatos —utilizados como agentes plastificantes— en juguetes de vinilo suave para niños. Los riesgos de estas sustancias para la salud aún se encuentran a debate entre los científicos; sin embargo, algunas compañías han comenzado a eliminar la sustancia química de sus productos y en algunos países se está legislando su prohibición.

3. Plaguicidas

América del Norte continúa siendo el principal consumidor de plaguicidas en el mundo. Desde la entrada en vigor del TLCAN, el comercio de éstos está exento de impuestos entre los tres socios. En las últimas tres décadas las ventas han aumentado 50% (EPA, 1997) y desde 1990 han estado creciendo a un ritmo cercano a 6% anual, en particular en lo que se refiere a los llamados “plaguicidas cosméticos”: los que se utilizan para eliminar la maleza de pastos y jardines y hacerlos más atractivos (Agrow, 1997). Tan sólo en Estados Unidos, el consumo de plaguicidas —incluidos conservadores y desinfectantes de madera— se calcula en 2.086 millones de toneladas de ingredientes activos en un año típico (EPA, 1999b).

México también registra un aumento constante en el consumo de plaguicidas. En 1960, se vendieron en el país 14 mil toneladas, en tanto que para 1986 las ventas habían aumentado a 60 mil toneladas (Ortega-Ceseña J. *et al.*, 1994). De 1999 a 2000 las importaciones de plaguicidas crecieron 28.2% de 1999 a 2000 (Subcomité de Comercio y Fomento Industrial, 2001).

Canadá es una de las pocas naciones de la OCDE en que no se exige el registro de las ventas de plaguicidas (Boyd, 2001). Con todo, según datos de esa organización, el uso de plaguicidas en Canadá parece estar disminuyendo: 26% desde 1985 (OCDE, 1999), mientras que Statistics Canada publicó recientemente cifras que señalan que dicho uso se elevó más de 400% entre 1970 y 1995 (Statistics Canada, 2000). Esta discrepancia puede obedecer a que la cobertura de los estudios de Canadá han variado considerablemente (diferentes ingredientes activos, registros y productos); por ello, las tendencias de las investigaciones pueden no reflejar las tendencias verdaderas, sino simplemente los cambios en la cobertura de los estudios (OCDE, 1999, citado en Boyd, 2001).

Los plaguicidas tienen el potencial de contaminar la comida y las aguas subterráneas y superficiales y se puede bioacumular en la cadena alimenticia. Asimismo, los peligros de un envenenamiento agudo por plaguicidas están ampliamente documentados: hasta 5 millones de personas anualmente envenenadas en todo el mundo (OMS, 1990). Cada vez es mayor la preocupación en torno a la exposición crónica, de bajo nivel, la cual puede interferir con procesos inmunológicos, endocrinos (tiroideos), respiratorios y neurológicos en los menores de edad (NRC, 1993; IPCS, 1998); también puede estar vinculada con diversos tipos de cáncer infantil, alteraciones en el sistema endocrino y efectos tóxicos para el desarrollo neurológico.

Los niños, al igual que otros integrantes de la población, están expuestos a residuos de plaguicidas en lo que comen; sin embargo, los niños comen más frutas y verduras por kilogramos de eso que los adultos. Un informe, *Pesticides in the Diets of Infants and Children* (National Research Council, 1993), concluye que las diferencias en la dieta —y por lo tanto en la exposición dietética a residuos de

plaguicidas— dan cuenta de la mayoría de las diferencias en los riesgos de salud relacionados con los plaguicidas que se han detectado entre los niños y los adultos.

Los productos consumidos por los niños, como manzanas, jitomates, uvas y chícharos, entre otros cultivos, tienen mayores probabilidades de contener más de un plaguicida. Un estudio de EU analizó 22 frutas y legumbres en busca de residuos. Los resultados arrojaron 108 diferentes plaguicidas: 42 en los jitomates, 38 en las fresas y 34 en las manzanas (Wiles *et al.*, 1999).

El estudio también señala que 20 millones de niños de cinco y menos años ingieren un promedio de ocho plaguicidas al día; un total de más de 2,900 exposiciones a plaguicidas por niño cada año sólo en la comida. Estos números podrían ser mayores, en particular en las zonas agrícolas en que los niños pueden estar expuestos a plaguicidas en el aire derivados de la fumigación aérea, así como de la ropa de los padres que trabajan con esas sustancias (Health Canada, 1996).

Cada año, más de 100 mil niños en Estados Unidos ingieren accidentalmente plaguicidas (EPA de EU, 1998b), ya sea en forma directa o bien llevándose a la boca objetos contaminados. En México, donde los casos de envenenamiento agudo disminuyeron 27% de 1997 a 1999 (IMSS-Solidaridad, 2000), de alrededor de 11 millones de personas que viven en zonas rurales pobres, se registraron 592 casos de envenenamiento por plaguicidas en 1999; de ellos, 141 ocurrieron en niños de 14 años y menores (IMSS-Solidaridad, 2000). Según datos correspondientes a Canadá, la exposición accidental a plaguicidas da cuenta de 4% de todos los envenenamientos registrados en los niños (Health Canada, 1995a).

Sin embargo, con mucha mayor frecuencia lo que sucede es que los niños están sujetos a una exposición menos aguda a través de la inhalación o la absorción dérmica, como resultado de la aplicación de plaguicidas en sus casas y el pasto o del uso de collares antipulgas en sus mascotas. Es posible que escuelas y guarderías apliquen plaguicidas en salones de clase y áreas de preparación de alimentos, así como en patios de juego y canchas deportivas. También los parques y edificios públicos son lugares donde suelen utilizarse plaguicidas con frecuencia. En las zonas rurales, algunos niños pueden participar directamente en la aplicación de plaguicidas, o bien exponerse a ellos al jugar en campos tratados o porque otros miembros de la familia los llevaron a casa en sus ropas.

4. Metales tóxicos

Plomo

El plomo es una neurotoxina potente que puede provocar problemas considerables en la salud infantil. Hasta donde se sabe, el plomo no desempeña función alguna en el organismo humano y como toxina sistémica ejerce sus efectos en una diversidad de maneras, por ejemplo al formar enlaces con grupos de enzimas y proteínas cargados negativamente. Una vez absorbido en el torrente sanguíneo se puede acumular gradualmente en los tejidos, en particular huesos y dientes. Los niños y los fétos son en particular vulnerables a este metal, puesto que lo absorben con mucha mayor rapidez que los adultos y porque se piensa que los órganos y los tejidos inmaduros son más susceptibles a dicho elemento. El plomo puede provocar daños al cerebro en desarrollo, los riñones y el sistema reproductivo de la

población infantil; incluso en niveles reducidos, la presencia del metal ha sido asociada con trastornos en el aprendizaje, hiperactividad, problemas conductuales, alteraciones en el crecimiento y disminución de la capacidad auditiva (Needlemann y Bellinger, 1991).

Existe un gran debate en torno a los efectos que la exposición de bajo nivel puede tener en la inteligencia infantil. Si bien algunos estudios sugieren reiteradamente un efecto negativo en el coeficiente intelectual, también es cierto que en los estudios epidemiológicos resulta difícil controlar los numerosos factores sociales que ejercen una marcada influencia en la inteligencia del niño (Wasserman *et al.*, 1997). En la actualidad, los investigadores no han podido determinar un nivel de exposición mínimo por debajo del cual el plomo deje de tener efectos en la salud humana (Federal/Provincial Committee on Environmental and Occupational Health, 1994).

Aunque los usos históricos del plomo resultaron en su amplia distribución (por ejemplo, mediante el análisis de núcleos de hielo de áreas remotas), el ejemplo más amplio de su omnipresencia en el medio ambiente fue mediante la introducción del plomo en la gasolina y otros productos industriales. Otras fuentes de exposición al metal incluyen: 1) la pintura a base de plomo, que los niños pueden i) ingerir directamente, ii) consumir de modo indirecto de la mano a la boca a través de polvo contaminado en el hogar, o iii) comer cuando ésta se desprende y cae en suelo contaminado, 2) Sitios de residuos peligrosos como el plomo que se pueden originar de muy distintos procesos industriales o comerciales; 3) el agua potable recibida a través de tuberías que contienen plomo, o contaminada como consecuencia de la soldadura de plomo utilizada en la tubería de cobre de las casas antiguas, grifos de plomo que contienen aleaciones o agua corrosiva que se filtra del lecho de roca; 4) la cerámica vidriada de baja temperatura utilizada de manera inadecuada para la preparación o almacenamiento de alimentos; 5) entornos familiares asociados con padres que trabajan en industrias relacionadas con el plomo actividades artesanales o pasatiempos que entrañan el uso de ese metal, y 6) las emisiones industriales de una multitud de procesos. En la EPA de EU ha publicado unos lineamientos para determinar si cualquiera de esas fuentes de área representan un peligro.

Entre las fuentes identificadas como relevantes en Estados Unidos figuran los restos y polvos de pintura (EPA de EU, 1996b), en tanto que en México los prioritarios son los alimentos preparados en utensilios de barro vidriado y los residuos de industrias mineras y plantas de tratamiento de agua (Rojas *et al.*, 1994). Ambos países registraron un descenso de 90% en los niveles del metal en la atmósfera tras la prohibición de la gasolina con plomo (EPA, 1996b; Rothenberg *et al.*, 2000). Se piensa que esto tiene efectos considerables en la salud infantil: por ejemplo, los niveles de plomo en la sangre disminuyeron 75% en Estados Unidos tras la citada prohibición (EPA, 1996b). Con todo, la evidencia histórica de muestras de huesos y dientes antiguos recogidos de civilizaciones pasadas sugieren que las exposiciones modernas aún rebasan en varios órdenes de magnitud los valores de antecedentes (EPA, 1984; Patterson, 1983). En consecuencia, los esfuerzos que se traduzcan en la reducción aún mayor de la exposición tal vez resulten en riesgos reducidos de los efectos en la salud de individuos susceptibles.

Mercurio

La forma más tóxica del mercurio es el metil mercurio (OMS, 1990), que ha demostrado ser un potente teratógeno (sustancia capaz de provocar malformaciones congénitas) y un agente que afecta el sistema

nervioso central (Etzel y Balk, 1999). En su mayor parte, el mercurio se libera en el medio ambiente en su forma inorgánica como resultado de descargas mineras, de las fundiciones y de otras fuentes industriales, o bien de las plantas generadoras de electricidad a base de carbón, que en Estados Unidos son responsables de 34% del mercurio producido por actividades humanas (Grant *et al.*, 1999). Las bacterias convierten luego el mercurio inorgánico en metil mercurio orgánico, lo que permite su incorporación en la cadena alimenticia, donde se bioacumula y se biopotencia (aumenta su concentración en los organismos) (Lindberg *et al.*, 1987). Los alimentos, por ejemplo el atún y otras clases de peces predadores, constituyen la principal fuente de exposición al metil mercurio para niños y adultos, mientras los mamíferos marinos siguen siendo la fuente principal de exposición de los inuit. Ello resulta de particular preocupación, pues el tracto gastrointestinal absorbe al torrente sanguíneo prácticamente todo el metil mercurio contenido en los alimentos (OMS, 1990).

El ministerio de salud de Canadá ha establecido un nivel de 0.5 partes por millón (ppm) para el mercurio en la mayoría de los peces comerciales, mientras el nivel del metil-mercurio en Estados Unidos es de 1.0 ppm. Ciertas especies de peces que se venden en Canadá y Estados Unidos, como tiburón, pez espada y atún fresco y congelado, contienen mercurio en niveles que se sabe exceden las normas. Con base en los actuales datos disponibles, los niveles promedio de mercurio en estas especies están en o cerca de 1.0 ppm, con una gama que oscila de 0.5 a 1.5 ppm (Health Canada, 1999).

Todos los peces son fuentes ideales de proteínas de alta calidad y son bajos en grasa saturada, lo que los convierte en una elección de alimento saludable. Health Canada recomienda que las mujeres embarazadas en edad fértil y los niños pequeños limiten su consumo de tiburón, pez espada y atún fresco y congelado a no más de una vez al mes, en tanto que el Center for Food Safety and Applied Nutrition de la US Food and Drug Administration advierte a las mujeres embarazadas y en edad fértil no consuman tiburón, pez espada, carite lucio o blanquillo (US FDA, 2001). También señalan que es recomendable que tampoco las madres que están amamantando y los niños pequeños consuman esos peces.

Cadmio

El Centro Internacional de Investigación sobre el Cáncer ha designado al cadmio como un “probable cancerígeno humano”, y la exposición crónica a este metal se ha asociado con anemia, descalcificación ósea, enfermedades cardiovasculares y daños a los riñones. Tanto para la población adulta, como para la población infantil, la principal vía de exposición al cadmio no relacionada con el entorno laboral son los alimentos, aunque los adultos están expuestos también mediante el consumo de tabaco (Buchet *et al.*, 1990). Debido a su toxicidad, el cadmio puede significar riesgos considerables para el sistema respiratorio, incluso en concentraciones bajas en el aire (Wadge y Zelikoff, 1999).

Arsénico

El arsénico es un cancerígeno humano conocido y es profundamente tóxico (ASTDR 2000). Se trata de un elemento químico y un componente natural de la corteza terrestre. Está presente de manera natural en las rocas y suelo, el agua, el aire, las plantas y los animales. Cuando se encuentra en el medio ambiente natural el arsénico suele enlazarse con otras moléculas, como las que se encuentran en el

suelo, y no tiende a viajar muy lejos. El arsénico se puede liberar al medio ambiente por episodios naturales, como la actividad volcánica, la erosión de las rocas y los incendios forestales, o por las acciones humanas. Las prácticas agrícolas, la minería y la fundición también contribuyen a las emisiones de arsénico en el medio ambiente. Cerca de 90 por ciento del arsénico industrial en Estados Unidos se usa actualmente como un preservador de la madera, pero también se usa en pinturas, tintes, metales, medicamentos, jabones y semiconductores (ASTDR, 2000).

5. Asbestos

Los asbestos constituyen un grupo de minerales que se encuentran en forma natural como haces de fibras duras y flexibles. Debido a su capacidad aislante y sus propiedades refractarias y de absorción, las fibras de asbesto han sido utilizadas de manera generalizada desde principios del siglo XIX en la confección de ropa y la construcción de barcos, así como en la industria de la construcción (NCI, 2001). Muchas escuelas, hogares, edificios públicos y oficinas, especialmente los construidos entre las décadas de 1950 y 1970, contienen asbestos. Su uso disminuyó desde finales de la década de los setenta debido a la preocupación ciudadana generalizada en torno a sus efectos en la salud.

Se sabe que los asbestos provocan mesotelioma (un cáncer raro en las paredes del pecho o la cavidad abdominal), asbestosis (cicatrices en los pulmones que dificultan la respiración), cáncer de pulmón y otros tipos de cáncer. El riesgo de desarrollar estas enfermedades depende del nivel y la duración de la exposición al polvo de asbesto, el tamaño de la fibra y el tipo mineralógico de la misma. Las fibras de este material se suelen lijar en especial si el material está deteriorado, expuesto o descascarillándose. Se ha asociado al mesotelioma un periodo de latencia particularmente largo: hasta 30 años o más.

Algunas evidencias señalan que los niños y otros familiares de obreros que están expuestos a los asbestos en alto grado presentan riesgos mayores, puesto que estos trabajadores pueden estar llevando a sus hogares polvo de asbesto impregnado en su ropa, zapatos, cuerpo y cabello (NCI, 2001).

6. zono

Los niños constituyen el grupo en mayor riesgo ante las concentraciones de ozono registradas en el aire de muchas ciudades, dado que pasan más tiempo que los adultos al aire libre. El ozono puede provocar dificultades respiratorias, inflamación de las vías respiratorias, mayor susceptibilidad a las infecciones respiratorias, trastornos pulmonares (Castillejos *et al.*, 1992; Gold *et al.*, 1999) y una variedad de síntomas respiratorios (por ejemplo, tos, dolor de pecho, irritación de fosas nasales y garganta, falta de aliento).

7. Partículas suspendidas

Las partículas sólidas son uno de los contaminantes atmosféricos más invasores, y significan una amenaza para todos los grupos de edad. Su toxicidad está vinculada con sus propiedades físicas o químicas, incluidos el tamaño de las partículas, su número, forma, composición y reactividad. Las partículas se clasifican en función de su tamaño, su fuente de origen y su capacidad para penetrar y

depositarse en los pulmones. El grupo de las PM₁₀ (partículas de menos de 10 micras de diámetro), también llamadas torácicas o inhalables, pueden penetrar y depositarse en las vías respiratorias (Lippmann, 1989) e incluyen tanto partículas finas (PM_{2.5}) como partículas más gruesas (PM_{2.5-10}).

Las partículas finas se forman durante procesos de alta temperatura y por reacciones químicas en la atmósfera, e incluyen nitratos, sulfatos, amonio, compuestos orgánicos y micrometales (Hinds, 1982; Koutrakis y Sioutas, 1996; EPA de EU, 1996a). En contraste, las partículas más gruesas se suelen producir por procesos mecánicos y a través de la erosión y la suspensión en la atmósfera de partículas de suelo, e incluyen elementos como calcio, potasio, sodio y silicón, así como polen, moho y esporas vegetales (Spengler y Thurston, 1983; Chatigny *et al.*, 1989; EPA de EU, 1996a; Spengler y Wilson, 1996).

Estudios realizados en Estados Unidos, México y la República Checa han encontrado todos un vínculo entre la exposición a las partículas de materia (medidas como partículas finas o como partículas suspendidas totales) y la mortalidad infantil (mortalidad infantil total o muertes debidas a causas respiratorias) (Woodruff *et al.*, 1997; Bobak y Leon, 1999; Loomis *et al.*, 1999). Gran cantidad de enfermedades respiratorias —entre las que se incluyen síntomas como tos, falta de aliento e irritación de fosas nasales y garganta; respiración pesada; asma, y vulnerabilidad a infecciones pulmonares— ha sido asociada específicamente con las partículas finas. Asimismo, diversos estudios han encontrado relación entre las partículas finas e índices de mortalidad más elevados entre personas de la tercera edad (Dockery y Schwartz, 1995; Pope *et al.*, 1995; Schwartz *et al.*, 1996; Laden *et al.*, 2000).

8. Humo de tabaco en el ambiente

La exposición al humo de tabaco en el ambiente (HTA) —hecho al que comúnmente se alude también como “ser fumador pasivo”— ha sido vinculada con muchos síntomas respiratorios, incluida el asma. Los niños que viven con cuando menos un adulto fumador tienen una mayor incidencia de bronquitis, neumonía, otitis media (infección del oído medio) e infecciones respiratorias virales que aquellos que no están expuestos al humo de tabaco (Landrigan *et al.*, 1998). Asimismo, que la madre fume durante el embarazo se ha asociado con el nacimiento de bebés de bajo peso y con un mayor riesgo de hipertensión pulmonar e infecciones de las vías respiratorias inferiores en el recién nacido (Erlich *et al.*, 1996; Landrigan *et al.*, 1998).

En muchos lugares públicos de América del Norte, incluidos restaurantes y tiendas comerciales, aún se permite fumar. Numerosas entidades federativas en Estados Unidos han prohibido fumar en lugares públicos. En Canadá, se prohíbe fumar en muchos edificios públicos, y las ordenanzas municipales en algunas ciudades exigen a los restaurantes designar secciones de no fumar. En México, se aprobó en 1992 una ley federal que prohíbe fumar en edificios federales. Con todo, en los tres países se permite que los niños estén presentes en áreas de fumar, donde pueden estar sujetos a una severa exposición al HTA, asociada con una hiperreactividad bronquial (Etzel y Balk, 1999).

9. Contaminantes atmosféricos peligrosos

Los contaminantes atmosféricos peligrosos (CAP) —generalmente llamados tóxicos atmosféricos— son sustancias contaminantes que se sabe, o se sospecha, provocan cáncer u otros problemas graves para la salud humana, incluidos efectos en el sistema reproductivo y daños neurológicos. Entre los ejemplos de tóxicos atmosféricos se incluyen: metales pesados, como mercurio, plomo y cadmio, y sustancias químicas orgánicas, como benceno, 1,3-butadieno, formaldehído, percloroetileno y dioxinas. El benceno, por ejemplo, es un conocido cancerígeno humano. La exposición de largo plazo a niveles elevados de benceno en el aire puede provocar leucemia: cáncer en los órganos hematopoyéticos (ATSDR, 1997).

La exposición peligrosa a los CAP puede derivarse de las emisiones de instalaciones cercanas, de fuentes distantes cuyas emisiones han sido aerotransportadas o de mezclas de contaminantes que se encuentran en los entornos urbanos. El gran número de CAP y la escasez de evidencias sobre su toxicidad en condiciones no laborales limitan una evaluación más amplia de sus riesgos para la salud.

10. Agentes aerotransportados

Incluyen el polen, las bacterias y el moho, todos los cuales afectan la salud infantil y pueden ser particularmente dañinos en entornos interiores, cerrados. Se ha asociado la exposición a estos agentes con una disminución en la función pulmonar y una mayor incidencia de enfermedades respiratorias.

11. Agentes microbianos

Los alimentos y el agua son las fuentes principales de contaminación microbiana en la población infantil. Las principales causas microbiológicas de enfermedades de origen alimenticio son las bacterias, los protozoos y los parásitos, así como las toxinas producidas por algas y transmitidas a través de los mariscos. Prácticas inadecuadas de manejo, almacenamiento y preparación de los alimentos suelen dar pie al crecimiento y la multiplicación de bacterias como *Salmonella*, *Campylobacter*, *E. coli*, *Listeria* y *Clostridium*, que pueden provocar diarrea, deshidratación, dolor abdominal, fiebre ligera, náusea y vómito. Los alimentos con mayor frecuencia contaminados incluyen verduras, carnes rojas y carne de ave. (Para información sobre enfermedades transmitidas por el agua, consúltese el correspondiente apartado bajo el título “Vías de la exposición infantil”.)

En ninguno de los tres países se cuenta con estadísticas concentradas y válidas sobre envenenamiento por ingestión de alimentos en la población infantil, aunque existen algunos datos demográficos disponibles. Canadá registra alrededor de 10 mil casos de envenenamiento bacteriano por alimentos en adultos y niños cada año, pero es posible que haya hasta 100 casos no reportados por cada uno registrado (Health and Welfare Canada, 1992a; Health and Welfare Canada, 1992b; Health Canada, 1994). De hecho, el envenenamiento por *Salmonella* es responsable por sí solo de cerca de 600 mil casos de enfermedades al año en Canadá (Health Canada, 1997).

Un informe de Estados Unidos calcula que cada año las enfermedades producidas a través de los alimentos suman 76 millones de casos y generan 325 mil hospitalizaciones y 5 mil muertes entre todos

los grupos de edad. A los patógenos conocidos corresponden 14 millones de casos, 60 mil hospitalizaciones y mil 800 muertes (CDC, 1999). Tan sólo la *Escherichia coli* provoca 73 mil casos de infección y 61 muertes al año (CDC, 1999).

B. Vías de exposición infantil

1. Alimentos

Los alimentos aportan los nutrientes que los niños requieren para crecer, pero al mismo tiempo son un conducto eficaz para agentes microbianos, contaminantes orgánicos persistentes, plaguicidas, aditivos para alimentos y metales, incluidos mercurio, plomo y cadmio.

Algunos de los contaminantes más tóxicos se incorporan en la cadena alimenticia a través de las tierras de cultivo, tras ser depositados por las corrientes de aire, esparcidos mediante el uso de aguas negras o residuales para riego agrícola o aplicados directamente a los cultivos como plaguicidas. Entre ellos se incluyen los contaminantes orgánicos persistentes (COP), tales como BPC, dioxinas cloradas, furanos y algunos plaguicidas organoclorados, además de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP). Se calcula que en Canadá los alimentos dan cuenta de 80-95% de la ingesta diaria de COP. (Health Canada, 1995b).

Los aditivos en los alimentos, incluidos nitratos y nitritos y sulfitos, constituyen otra preocupación en materia de salud infantil. Los nitratos y los nitritos se emplean como conservadores antimicrobianos en las carnes frías, incluidas las salchichas; sin embargo, la mayor parte de la exposición humana a estas sustancias se da a través de las verduras (Health Canada, 1995). Los sulfitos se utilizan como conservadores en una amplia variedad de alimentos que la población infantil suele consumir, entre los que se incluyen jugos de frutas, comida chatarra, salsa cátsup, dulces, mermeladas y gelatinas. Algunos niños son sumamente sensibles a los sulfitos, sobre todo los que padecen asma. Entre los síntomas alérgicos que estos aditivos producen se incluyen urticaria, náusea e incluso estados de choque (Health Canada, 1995b).

2. Agua

Los niños son vulnerables a una gama de peligros que pueden estar contenidos en el agua, tales como contaminantes microbianos, subproductos de la desinfección, metales y contaminantes químicos. La exposición puede ocurrir en formas aparentemente inocuas: desde beber el líquido hasta lavarse las manos, o por inhalación de los contaminantes en el vapor durante el baño. Nadar en aguas superficiales contaminadas también puede significar para los niños un riesgo particular de exposición a microbios dañinos, incluidos patógenos como *Entamoeba*, *Giardia* y *Cryptosporidium* (protozoos); *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella spp.* y *Vibrio cholerae* (bacterias); hepatitis A (virus), y virus intestinales (enterovirus).

Una fuente probable de contaminación microbiana son las heces fecales humanas que se filtran o derraman de los sistemas sépticos. Un recurso preventivo esencial es la desinfección del agua potable,

sobre todo en zonas rurales donde puede ser el único tratamiento asequible. Como se mencionó, los niños son especialmente vulnerables al agua contaminada, pues consumen mayores volúmenes del líquido por peso corporal que los adultos. En Canadá, donde alrededor de 87% de la población cuenta con suministro municipal de agua potable tratada, la incidencia de enfermedades graves transmitidas a través del agua se ubica entre las más bajas del mundo (Health Canada, 1997). Recientemente, sin embargo, la contaminación del agua potable municipal de Walkerton, Ontario, con *Escherichia coli* provocó siete muertes en la pequeña comunidad rural. De manera similar, en Estados Unidos, en 1993, una epidemia de criptosporidiosis en Milwaukee, Wisconsin, causó que más de 400,000 personas se vieran afectadas. Más de 4,000 personas se hospitalizaron y más de 50 muertes (hay quienes hablan de 100) se atribuyeron a la exposición a la bacteria mediante el agua potable. Ambos casos han ayudado a que la calidad del agua potable figure en la agenda pública de Canadá y Estados Unidos.

En Canadá, el gobierno federal en colaboración con las provincias y territorios revisa y actualiza de manera continua los lineamientos para el agua potable. Las directrices para la calidad del agua potable de Canadá señalan las concentraciones máximas aceptables o los objetivos de presentación de los parámetros físicos, microbiológicos, químicos y radiológicos del abasto público y privado de agua potable (Health Canada, 1995b). Ya que las disposiciones sobre el agua potable son responsabilidad provincial, los lineamientos no se aplican en escala nacional salvo en las áreas de jurisdicción federal. Las provincias y territorios pueden desarrollar sus propias normas con base en los lineamientos nacionales y muchos de ellos han establecido sus propias medidas de calidad del agua basados en los lineamientos.

La Ley de Agua Potable Segura de Estados Unidos confiere a la Agencia de Protección Ambiental (EPA) la responsabilidad de fijar las normas nacionales del agua potable. Si bien la EPA y los gobiernos estatales establecen y aplican las normas, los gobiernos locales y los proveedores de agua tienen la responsabilidad directa de la calidad del agua potable. Los sistemas de agua tratan y prueban su agua, mantienen los sistemas de distribución que entregan agua a los consumidores e informan sobre la calidad del agua al estado. Los estados y la EPA ofrecen ayuda técnica a los proveedores de agua y pueden entablar acción legal contra sistemas que distribuyan agua que no cumple con las normas estatales y de la Agencia (EPA, 2001b). La EPA emite normas de agua potable o los niveles máximos de contaminación de 80 contaminantes. Las normas limitan la cantidad de cada sustancia permitida en el agua potable.

En Estados Unidos cerca de 95% de la población recibe los servicios de los sistemas de agua filtrada desde 1995 y en principio se le protegió contra los contaminantes microbiológicos (EPA de EU, 1996b). De manera similar. El gobierno mexicano ha puesto en marcha programas para mejorar el porcentaje de hogares atendidos así como la calidad del agua potable. De 1991 a 1998 el porcentaje de hogares con acceso a agua potable aumentó de 79% a 86.4% y el porcentaje de agua desinfectada creció de 84.5 a 93.4 por ciento (CNA, 1999). En ese periodo, la tasa de mortalidad de niños menores de cinco años por enfermedades infecciosas intestinales declinó 70.5% (Ssa, 1999), lo cual avala la eficacia y la eficiencia de tales programas.

Debe notarse que si bien los desinfectantes son un arma eficaz, entrañan a la vez sus propios problemas. Algunos pueden reaccionar con la materia orgánica —vegetal o animal— en descomposición y formar lo que se conoce como subproductos de la desinfección (SPD). Estudios epidemiológicos han encontrado un posible vínculo entre ciertos SPD y un riesgo ligeramente elevado de presentar alteraciones en el desarrollo y en la reproducción (EPA, 2001a). Por su parte, estudios toxicológicos han demostrado que los diversos trihalometanos que se encuentran en el agua potable pueden provocar cáncer, en tanto que otros estudios epidemiológicos señalan que el consumo de agua potable clorada puede estar asociado con el cáncer de vejiga (King y Marte, 1996)

Muchos otros contaminantes del agua pueden provocar problemas de salud a la población infantil. Los nitratos que el agua potable contiene, como resultado de los desechos urbanos, las escorrentías agrícolas y urbanas y la erosión de depósitos naturales, pueden dar lugar a intoxicaciones severas en infantes alimentados con biberón, y provocar metahemoglobinaemia, enfermedad que resulta mortal en bebés menores de seis meses si no reciben atención médica inmediata (EPA de EU, 2001a).

El arsénico, un cancerígeno humano en su forma inorgánica, también puede estar presente en el agua potable, introducido a partir de las escorrentías industriales, de la disolución de minerales y minerales metálicos, y de la deposición atmosférica. Estudios realizados en Estados Unidos han relacionado la exposición al arsénico contenido en el agua potable con la incidencia de abortos (Aschengrau *et al.*, 1989). En México, la exposición crónica a agua contaminada con arsénico se vincula con cáncer de piel, lesiones cutáneas, enfermedades vasculares periféricas, dolor abdominal, diarrea y náusea (Tseng, 1977; Cebrián *et al.*, 1983).

Otro peligro grave que en ocasiones se encuentra en el agua potable son los compuestos inorgánicos de mercurio. La exposición de largo plazo a niveles superiores al máximo del contaminante (0.002 mg/l) puede provocar lesiones renales (EPA, 2001). No obstante, se carece de evidencias suficientes para determinar si la exposición vitalicia a estos compuestos en el agua potable puede provocar cáncer (EPA, 2001a).

También es posible encontrar en el agua potable contaminantes químicos provenientes del escurrimiento de plaguicidas, las descargas de sustancias químicas de plantas industriales e, incluso, residuos de productos de consumo y farmacéuticos. Si bien los principales efectos en la salud asociados con algunas de estas sustancias químicas son conocidos, hay otros efectos potenciales, más sutiles y de más largo plazo —por ejemplo, trastornos endocrinos—, que aún no se conocen del todo.

3. Aire

Literalmente miles de investigaciones han permitido documentar los efectos que los contaminantes atmosféricos —tanto en interiores como en el medio ambiente— tienen en la salud. Realizados durante las últimas tres décadas, estos estudios han demostrado que los contaminantes atmosféricos inhalados modulan la respuesta inmunológica pulmonar (Thomas y Zelikoff, 1999) y se vinculan con toda una gama de problemas de salud infantil, desde efectos relativamente menores, como pequeños cambios en la capacidad para respirar normalmente e irritación en nariz y garganta, hasta casos severos de asma y

cáncer que requieren hospitalización e, incluso, provocan la muerte (Woodruff *et al.*, 1997; Borja *et al.*, 1999; Loomis *et al.*, 1999).

La contaminación del aire en interiores es motivo de una gran preocupación —según el Consejo Científico Asesor de la EPA es uno de los cinco principales riesgos ambientales—, puesto que la población infantil transcurre buena parte del día en ambientes interiores (Moeller, 1997; EPA, 1998a). Un estudio realizado en Canadá señaló que los niños jóvenes pasan casi 90% de su tiempo en interiores (Leech *et al.*, 1996), porcentaje que un estudio previo realizado en Estados Unidos asigna a personas de todas las edades en el mundo industrializado (EPA, 1989). En México, los investigadores han concluido que los niños de 9 a 12 años de edad pasan 85% del tiempo en entornos interiores (Rojas-Bracho, 1994).

Los niveles de algunos contaminantes pueden ser mucho más elevados en los entornos interiores. La EPA ha señalado que en algunas ciudades estadounidenses las concentraciones de óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, partículas suspendidas y compuestos orgánicos volátiles pueden alcanzar niveles entre 2 y 5 veces mayores en interiores que al aire libre. Pero incluso cuando los niveles son reducidos, la mayor duración de la exposición puede traer consigo importantes consecuencias.

Los contaminantes que se considera implican mayor riesgo para la salud infantil son el monóxido de carbono, los plaguicidas, las partículas respirables, los compuestos orgánicos volátiles, los agentes microbianos (ácaros, moho, etcétera), el humo de tabaco y los asbestos. Las fuentes potenciales de contaminación son diversas e incluyen calentadores de queroseno, estufas calefactoras y para cocinar, tabaco, productos de limpieza, materiales para acabados en mobiliario y aislantes empleados en la construcción, así como la humedad, la falta de higiene y la presencia de mascotas. Los riesgos de exposición se encuentran prácticamente por doquier: el hogar, la escuela, las guarderías y cualquier lugar público.

Al parecer, en los países industrializados los problemas del aire en interiores difieren de los que se registran en zonas en desarrollo. En Canadá o en Estados Unidos, por ejemplo, la contaminación del aire en interiores surge fundamentalmente de los bajos índices de ventilación y de las emisiones de una gran variedad de compuestos. En los países en desarrollo los principales problemas pueden estar relacionados con el uso de biomasa como combustible para cocinar y para la calefacción en zonas rurales. Un estudio realizado recientemente en México señala que los niveles de PM₁₀ en el interior de las viviendas en dos pueblos rurales eran en promedio cinco veces más elevados que las normas nacionales (Riojas-Rodríguez *et al.*, 2001). Se considera que estas condiciones insalubres contribuyen a los índices tan elevados de enfermedades respiratorias infecciosas que se registran en la población infantil del México rural (Riojas-Rodríguez *et al.*, 2001). En un estado predominantemente rural de México, por ejemplo, las enfermedades respiratorias son la tercera causa principal de mortalidad entre la población en general y la principal causa de muertes infantiles (Ssa, 1995).

En cuanto al aire en entornos exteriores, las principales fuentes de contaminación son la quema de combustibles fósiles en plantas eléctricas e industriales; las operaciones industriales, sobre todo de fundiciones y plantas productoras de papel y pulpa; las prácticas agrícolas; las refinerías petroleras; las gasolineras; las tintorerías de lavado en seco, y los vehículos automotores (Moeller, 1997). Entre los

contaminantes se incluyen los seis llamados contaminantes de criterio: monóxido de carbono, plomo, ozono, partículas de materia, bióxido de azufre y bióxido de nitrógeno, así como un gran número de sustancias químicas.

VI. Efectos en la salud

A. Asma

A lo largo de los últimos quince a treinta años, en grandes zonas de América del Norte se ha padecido una epidemia de asma que afecta a personas de todas las edades, sin distinción de raza u origen étnico, pero sobre todo a la población infantil (GPO, 1999). Todo indica que es en las zonas industrializadas donde se registran las peores consecuencias: la incidencia de asma es mayor en Estados Unidos y Canadá (hasta 17% de la población) que en México (6%) (ISAAC, 1998). Aunque la relación entre la exposición a contaminantes y la aparición de la enfermedad aún es incierta, los índices cada vez más elevados y la concentración de casos en zonas altamente industrializadas apuntan hacia un detonador ambiental (Becklake y Ernst, 1997).

Hoy día se sabe que el asma consiste en una inflamación crónica de las vías respiratorias y una hiperreactividad a diversos estímulos, resultado de una compleja interacción entre la exposición ambiental y factores de tipo genético y otros (GPO, 1999). Si bien la causa inicial del asma sigue siendo en cierta medida un misterio, se han caracterizado bastante bien los detonadores de ataques en niños que ya padecen la enfermedad. Alergenos como los ácaros presentes en el polvo doméstico, las cucarachas, el moho y la caspa animal pueden desencadenar los síntomas del asma (National Asthma Education and Prevention Program, 1997; Platts-Mills *et al.*, 1997; Warner *et al.*, 1996), en tanto que el humo de tabaco en el ambiente puede ya sea detonar un ataque de asma o bien empeorar los efectos de los alergenos (EPA, 1992). Se han encontrado vínculos entre padres fumadores y un mayor riesgo de padecer asma infantil (Strachan y Cook, 1998). Las infecciones virales de las vías respiratorias superiores también se consideran detonadores importantes de los ataques de asma (Busse *et al.*, 1997).

Ya desde hace tiempo se sabe que los niños asmáticos son particularmente sensibles a la contaminación del aire. Muchos contaminantes atmosféricos comunes, como el ozono, el bióxido de azufre, el bióxido de nitrógeno y las partículas de materia, son irritantes respiratorios y pueden exacerbar la enfermedad (Koren, 1995; Romieu *et al.*, 1995). Datos recientes sugieren que la exposición al tráfico vehicular pesado es un factor de riesgo no sólo del asma sino de otros síntomas respiratorios entre la población infantil (Van Vliet *et al.*, 1997; Brunkreef *et al.*, 1997; English *et al.*, 1999).

B. Cáncer infantil

Los diversos tipos de cáncer infantil representan una gama de enfermedades que afectan diferentes sistemas de órganos y tejidos, y se caracterizan todas por un crecimiento celular incontrolado y la multiplicación caótica de las células. Los científicos estiman que entre 10 y 20 por ciento de los tipos de

cáncer deben su aparición a la herencia genética del individuo. El 80% restante es resultado de la interacción de factores genéticos y medio ambientales. En este caso se considera el medio ambiente en su definición amplia, que incluye el estilo de vida adoptado, el nivel socioeconómico, la dieta (alimentos y bebidas que ingerimos), el aire que respiramos y los elementos a los que estamos expuestos a lo largo de nuestras vidas (Needleman y Landrigan, 1994; Carroquino *et al.*, 1998). En el caso de infantes y niños, la exposición a sustancias tóxicas dentro del útero también puede desempeñar un papel crucial en el desarrollo de la enfermedad (Herbst *et al.*, 1971; Zahm y Devesa, 1995; Perera *et al.*, 1998).

Los científicos creen que el cáncer entraña una serie de pasos: el primero es el cambio o la mutación en el material genético, que puede dar como resultado mayor propensión y sensibilidad a mutaciones ulteriores; sigue la activación de oncogenes, que conlleva un crecimiento acelerado de las células, y, por último, la desactivación de genes supresores de tumores, que normalmente disminuyen la velocidad del crecimiento celular. Los factores críticos en este escenario son los tipos de agentes cancerígenos (algunos inician el cáncer, en tanto que otros lo propician); la duración, dosis y vía de la exposición, así como el momento en el ciclo del desarrollo del feto, bebé o niño en que ocurre la exposición.

En Canadá la leucemia es la más común de todas las clases de cáncer infantil, seguida del cáncer de cerebro y el de médula espinal (National Cancer Institute of Canada, 1999). De manera similar, en Estados Unidos, donde el cáncer es la segunda causa más común de mortalidad a partir del año de edad, la leucemia y el cáncer de cerebro son los más frecuentes en la población infantil (Landrigan *et al.*, 1998). En México, la morbilidad por cáncer registrada está por debajo de los niveles reales, debido a que no todos los casos se reportan; por ello, las estadísticas sobre mortalidad son mejores indicadores de las tendencias en materia de salud. Así, de acuerdo con datos correspondientes a 1996, el cáncer fue la causa número dieciocho de muerte en niños menores de 5 años, y la octava en niños entre 4 y 14 años de edad (Ssa, 1997). De todos los tipos de cáncer infantil, el cáncer cerebral fue la causa más frecuente de mortalidad.

La incidencia de cáncer infantil se ha mantenido relativamente estable durante los últimos 15 años en Canadá (Health Canada, 1999a), en tanto que en Estados Unidos ésta aumentó 10% de 1974 a 1991 (Carroquino *et al.*, 1998; Landrigan *et al.*, 1998). Durante el último periodo, 1990-1995, hay indicadores de una estabilización, o de una ligera disminución, en las tasas generales de incidencia de cada uno de los grupos de cinco años (Ries *et al.*, 1996). No obstante, la tasa de mortalidad por cáncer ha disminuido en Estados Unidos. En contraste, México ha registrado tasas de mortalidad cada vez mayores durante el mismo periodo: de 1986 a 1990, el número de muertes por cáncer creció de 2.25 a 5.8 por ciento entre niños de 1 a 4 años, y de 7.6 a 14 por ciento para niños entre 5 y 14 años de edad (Ssa, 1991; Ssa, 1999). Estos aumentos en la incidencia de cáncer infantil en Estados Unidos y en México han sido objeto de análisis y debate, en la medida en que algunos científicos plantean la posibilidad de que sean reflejo de mejores diagnósticos (Smith *et al.*, 1998; Landrigan *et al.*, 1998; Lent *et al.*, 1999). En cualquiera de los casos, los cambios en el estilo de vida, la dieta y el medio ambiente parecen desempeñar un papel decisivo (Carroquino *et al.*, 1998; Landrigan *et al.*, 1998; Schmidt, 1998).

Sin contar la exposición a la radiación de ionización, no se sabe nada definitivo sobre las causas del cáncer infantil. Entre las presuntas causas de este tipo de enfermedad se cuentan las anomalías genéticas, la radiación ultravioleta, los campos electromagnéticos, las infecciones virales, algunos medicamentos, el tabaco, el alcohol y sustancias químicas de uso industrial y agrícola (Zahm y Devesa, 1995; Schmidt, 1998).

C. Efectos en el desarrollo neurológico

A través de los años, la preocupación en torno a los posibles efectos negativos que los fármacos o las sustancias químicas tienen en el desarrollo del sistema nervioso ha ido en aumento. En parte esta preocupación se deriva de que alrededor de 70% de los defectos en el desarrollo infantil carecen de causas conocidas (Wilson, 1977). Problemas de aprendizaje, déficit de atención con hiperactividad, retrasos en el desarrollo y problemas emocionales y conductuales figuran entre los problemas infantiles de creciente preocupación. Por ejemplo, en Estados Unidos casi 12 millones de muchachos menores de 18 años (17%) sufren sordera, ceguera, epilepsia, déficit de lenguaje, parálisis cerebral, retrasos en el crecimiento y el desarrollo, problemas emotivos o de conducta o problemas de aprendizaje (Schettler, 2001). El déficit de atención con hiperactividad afecta de manera conservadora a 3-6% de todos los escolares y tal vez la cifra ascienda a 17% (Schettler, 2001).

A pesar de que la genética desempeña un papel significativo en la aparición de algunos trastornos del desarrollo, como el déficit de atención, existe cada vez mayor evidencia de que otros elementos, como la nutrición, las sustancias químicas presentes en el medio ambiente y otros agentes ambientales, también constituyen factores causales primarios. Se han registrado algunos defectos en el desarrollo neurológico —como retrasos en el desarrollo, alteraciones en la reactividad al medio ambiente y disfunciones cognitivas— en niños que durante el embarazo o después del alumbramiento fueron expuestos a una amplia gama de sustancias químicas como metil mercurio, nicotina, bifenilos policlorados, alcohol, tolueno, fenitoína y plomo (Friedman, 1998; Levin y Slotkin, 1998; Rice, 1998). Asimismo, niños expuestos a dosis bajas pero crónicas de neurotóxicos pueden mostrar daños neuropsiquiátricos permanentes e irreversibles, incluidos déficits en el aprendizaje y alteraciones conductuales (Landrigan *et al.*, 1998).

La interacción de factores genéticos, ambientales y sociales son elementos determinantes importantes del desarrollo y función del cerebro de los niños (Schettler, 2001) La población infantil procedente de familias con un nivel socioeconómico bajo, por ejemplo, puede estar expuesta a un mayor riesgo de retraso mental debido a una desnutrición grave, enfermedades y mayor proximidad a agentes ambientales de riesgo, incluidas algunas sustancias tóxicas que afectan el desarrollo neurológico como el mercurio, el cadmio, el plomo y los bifenilos policlorados. Con todo, si bien sabemos ya que la exposición a sustancias químicas, la carga genética y el nivel nutricional afectan los procesos del neurodesarrollo, aún es necesario comprender mejor la forma en que estos tres factores interactúan para producir déficits en el desarrollo neurológico.

D. Malformaciones congénitas

Las malformaciones congénitas son la segunda causa de mortalidad infantil en Canadá, Estados Unidos y México (Ssa, 1999; OMS, 2001) y se cuentan entre las cinco principales causas de muerte prematura de personas menores de 65 años en Estados Unidos (CDC, 1988).

En la mayoría de los casos se desconoce la etiología de las malformaciones congénitas. Los resultados de un estudio señalan que casi 57% de los casos carecían de explicación y que sólo alrededor de 5%

estaban relacionados con una exposición a sustancias químicas (Nelson y Holmes, 1989). Otros estudios han calculado que hasta 80% de las malformaciones congénitas tienen una etiología desconocida. Se prevé que la información que se obtenga del Proyecto del Genoma Humano y de estudios que rastreen el origen genético de ciertas malformaciones congénitas permita aprender mucho más sobre el desarrollo de las malformaciones congénitas y el papel que corresponde a los factores ambientales en su origen (Khoury, 2000). Por ejemplo, algunas investigaciones han encontrado relación entre el hecho de fumar tabaco durante el embarazo y un alelo poco común del factor de crecimiento transformador de tipo alfa (TGF alfa), lo que resulta en un aumento de más de diez veces en el riesgo de presentar labio leporino —con o sin fisura del paladar—, o bien sólo paladar hendido (Hwang *et al.*, 1995; Shaw *et al.*, 1996; Shaw y Lammer, 1997).

En los últimos años se ha efectuado en Estados Unidos un monitoreo cada vez mayor de las malformaciones congénitas. Los centros para el control y la prevención de las enfermedades (*Centers for Disease Control and Prevention*, CDC) han establecido diez centros regionales de seguimiento que se encargarán de realizar ciertas evaluaciones de los factores contribuyentes, incluida la exposición ambiental. Texas puso en marcha su propio programa amplio de rastreo luego de que a lo largo de la frontera con México se registraron numerosos casos de niños nacidos con anencefalia (falta total o parcial de encéfalo). La causa más probable en esos casos fue una deficiencia de vitamina B, que podría prevenirse fácilmente con complementos adecuados de ácido fólico. A raíz de que los resultados de diversos estudios han demostrado que el ácido fólico puede ayudar a prevenir defectos neurológicos como la anencefalia y la espina bífida, el Servicio de Salud Pública estadounidense (U.S. Public Health Service) aumentó su dosis diaria recomendada de ácido fólico a 4 miligramos para las mujeres encinta (US Public Health Service, 1995). De manera similar, Health Canada indica que un complemento diario de 0.4 mg de ácido fólico junto con la cantidad de folato encontrado en una dieta sana muy probablemente reduce el riesgo de las mujeres que no han tenido una preñez afectada por un defecto del tubo neural (Health Canada, 1998).

Mejores registros y seguimiento de las malformaciones congénitas, así como de los factores genéticos y ambientales que las determinan, contribuirán al descubrimiento de nuevas medidas preventivas para reducir su incidencia en la población. También es preciso que, al medir los índices de nacimientos con malformaciones, se incluyan datos sobre monitoreo prenatal para detectar anomalías y sobre abortos optativos.

E. Efectos inmunológicos

El sistema inmunológico es la defensa del organismo contra infecciones provenientes de agentes externos. También hay evidencia de que podría desempeñar un papel en contener las células malignas, permitiendo con ello al cuerpo resistir la formación y desarrollo de tumores cancerosos. Sin embargo, poco se sabe sobre los efectos en este sistema por la exposición de los humanos a los contaminantes ambientales.

Dos principales efectos en el sistema inmunológico se pueden asociar con la exposición a toxinas: 1) la sensibilización inmunológica o las funciones acentuadas podrían permitir el desarrollo de reacciones

alérgicas frente a los antígenos, y 2) la supresión inmunológica podrían hacer al individuo más susceptible a las infecciones y a cáncer (Vanderlinden y Abelson, 1999). También se especula sobre que ciertas alteraciones autoinmunes pudieran estar relacionadas con la exposición ambiental (Pieters y Albers, 1999; Sentzivanyi *et al.*, 1995).

Si bien no se conocen con precisión los efectos inmunológicos de los contaminantes ambientales, se cree que algunos pueden ser potencialmente inmunotóxicos para los humanos. Por ejemplo, la exposición a compuestos que podrían resultar en efectos inmunológicos incluyen los plaguicidas, contaminantes atmosféricos como el ozono, el dióxido de nitrógeno, el humo de tabaco en el ambiente, y metales como el cadmio, el plomo y el mercurio (Vanderlinden y Abelson 1999).

F. Condiciones reproductivas y alteraciones endocrinas

Es creciente la acumulación de evidencia que sugiere que diversas sustancias químicas sintéticas o naturales como los fitoestrógenos (Hughes, 1998), las dioxinas, los BPC, los ésteres ftalatos y el DDT pueden alterar los sistemas endocrinos de los humanos y la vida silvestre. Los niños podrían estar en riesgo especial a incluso niveles bajos de sustancias alteradoras endocrinas por la importancia del sistema endocrino desempeña en el desarrollo (Longnecker *et al.*, 1997). Las investigaciones apuntan que la exposición temprana a compuestos endocrinos alteradores pueden interferir con el desarrollo reproductivo (Schell, 1997).

Los efectos en la salud humana que se considera están asociados con los contaminantes alteradores endocrinos incluyen dificultades en la fertilización y la concepción, defectos de nacimiento de los órganos reproductivos, bajo conteo de espermatozoides, criptorquidia e hipospadia, cáncer testicular en hombres jóvenes, cáncer de mama y pubertad prematura en las niñas (Foster, 1998). La exposición en la tierna infancia a sustancias alteradoras endocrinas y otras toxinas ambientales también se han considerado como posibles causas de estos efectos.

La exposición prenatal a alteradores endocrinos ha estado implicada en los defectos del tracto reproductivo y ciertas clases de cáncer. En los hombres se ha postulado que dicha exposición podría causar mayor incidencia de criptorquidia (Giwercman *et al.*, 1995), malformación del pene (hipospadia) (Giwercman *et al.*, 1993; Klotzn 1999; DeVesa *et al.*, 1995). Por ejemplo, en Estados Unidos las tasas de hipospadia han crecido más de 50% durante las pasadas tres décadas (Paulozzi *et al.*, 1997). Sin embargo, en Canadá las tendencias de aumento parecen haberse estabilizado después de 1985 (Paulozzi, 1999). La hipospadia es una de las malformaciones congénitas más comunes en Estados Unidos: ocurre en alrededor de 1 por cada 250 nacidos vivos, o alrededor de 1 por cada 125 nacimientos de varones (Baskin *et al.*, 2001). Aunque las causas siguen siendo desconocidas, el reciente incremento relativo en esta malformación de nacimiento sugiere que tal vez estén implicados algunos cambios en los factores ambientales.

La aparición temprana de la pubertad se ha registrado en niños expuestos a alteradores endocrinos sintéticos y naturales (Gee, 1999). Por ejemplo, un estudio sugiere que algunas niñas estadounidenses están entrando a la pubertad mucho antes que lo normal (Herman-Giddens *et al.*, 1997). Este y otros

estudios (Boyce, 1997; Walters *et al.*, 1993; Gellert, 1978) plantean que la exposición a sustancias que adquieren la forma de estrógenos por mimetismo, como los PBC, DDT y el metoxicloro, podrían estar involucradas.

Los contaminantes alteradores endocrinos podrían estar asociados con la alteración de la proporción de los sexos: varios estudios recientes indican que la parte de hombres frente a mujeres ha disminuido en varios países industrializados, incluido Canadá (Davis *et al.*, 1998). En los pasados 20 años la proporción de varones nacidos en Canadá ha disminuido, provocando una reducción de alrededor de 8,600 varones (Davis *et al.*, 1998). Se ha sugerido que esta baja podría estar vinculada con sustancias alteradoras endocrinas que interfieren con fases críticas de la determinación del sexo (Davis *et al.*, 1998).

Si bien algunos investigadores han concluido que los compuestos alteradores endocrinos podrían producir efectos adversos en los humanos, los mecanismos de acción específicos no se comprenden del todo en el caso de la mayoría de las asociaciones entre diversos agentes hormonales activos y varios efectos biológicos (National Research Council, 1999). Así, la relevancia biológica de los hallazgos en el caso de los humanos está por determinarse (Foster, 1998).

VII. Consideraciones de política

A. Panorama general

Se pueden desprender diversas conclusiones básicas relevantes para cualquier análisis de política sobre la salud ambiental de los niños:

- No se puede considerar a los niños como adultos pequeños, pues su conducta, fisiología, metabolismo y dieta son distintos.
- Los patrones de exposición de los niños difieren de manera considerable de las de los adultos, al igual que su susceptibilidad.
- Los momentos de exposición durante el desarrollo de los niños es un factor crucial de la toxicidad de ciertas sustancias.
- Los resultados de la exposición de los niños al mismo contaminante pueden ser muy diferentes que en los adultos.

Que a los niños no se les puede considerar adultos pequeños tiene profundas implicaciones para la política de salud ambiental, ya que entraña que aquéllos se deben concebir como un grupo de población delicada. Las decisiones de política ambiental basadas en la necesidad de proteger la salud de los adultos puede no proteger la salud de la infancia.

Se reconoce también que a los niños no se les puede proteger sólo con políticas internas. Los contaminantes ambientales desconocen fronteras y se mueven con libertad en el aire y las corrientes marinas, en los sistemas de agua dulce y en el comercio internacinal. Para salvaguardar realmente a los niños de América del Norte es preciso que las tres naciones —Canadá, Estados Unidos y México— trabajen juntas.

Esta sección tiene por objeto describir algunos factores y oportunidades que se deben considerar cuando los tres países desarrollen un programa de cooperación para reducir las amenazas ambientales para la salud infantil.

Algunas preguntas preliminares:

- ¿Cuáles son los factores ambientales más importantes que afectan la salud infantil en los tres países?
- ¿Qué efectos de salud relacionados con el medio ambiente son los de mayor preocupación en las tres naciones? ¿Hay asuntos que compartan los tres países y que se beneficiarían de acciones conjuntas que no se aborden actualmente por otras iniciativas trinacionales?

- ¿Cómo se toman en cuenta las particulares susceptibilidades de los niños cuando se evalúan los riesgos y formulan políticas y regulaciones?
- ¿Hay aspectos incipientes que se verían beneficiados de un mayor intercambio de experiencia y conocimiento entre los tres países?
- ¿Con qué mecanismos cuenta América del Norte para ampliar la comunicación y la colaboración en materia de la salud ambiental de los niños? ¿Se necesitan nuevos mecanismos o enfoques?

B. Lagunas científicas y asuntos incipientes en la salud ambiental de los niños

Hay numerosas lagunas en los datos y el conocimiento científicos, así como diversos aspectos incipientes, relativos a la salud ambiental de los niños, algunos de los cuales pueden ofrecer oportunidades de cooperación en América del Norte. En seguida se describen algunos.

1. **Desarrollo infantil.** Es preciso comprender mejor la vulnerabilidad de los niños en sus diversas fases de desarrollo desde su concepción, incluida la prepubertad y la adolescencia. Cada vez es más evidente que los momentos en que ocurre una exposición ambiental pueden ser cruciales en las probabilidades de que se presenten consecuencias en la salud, así como en la naturaleza de ellas.

2. **Exposiciones.** Es muy poca la información integral sobre la exposición de los niños a los agentes biológicos en el medio ambiente. Se requiere información sobre las edades y las fases de desarrollo, en especial la adolescencia.

3. **Efectos sinérgicos y acumulativos.** Se necesita mejorar la comprensión de los efectos de la exposición a varios peligros ambientales, mediante múltiples rutas de exposición, así como el desarrollo de metodologías para evaluar estas complejas conexiones.

4. **Datos nutricionales.** Los patrones de alimentación de los niños en las diversas fases de desarrollo se deben caracterizar. La información sobre los contaminantes en los alimentos (residuos de plaguicidas) también es importante para evaluar la exposición infantil a agentes peligrosos.

5. **Supervisión y monitoreo.** Se precisan bases de datos nacionales y regionales sobre las condiciones de la salud infantil que se asocian con los factores ambientales, incluida el asma, el cáncer infantil y malformaciones congénitas, así como sistemas de supervisión de las consecuencias en el desarrollo neurológico. También son necesarias bases de datos sobre las condiciones ambientales que se asocian a la salud infantil, como los niveles de contaminantes en diversos medios ambientales (alimentos, suelo, agua), así como datos de biomonitoreo. Además, los tres países miembro necesitan alcanzar consenso sobre las

definiciones de diagnóstico y herramientas válidas y confiables de medición de la exposición y las condiciones de salud.

6. Indicadores de salud ambiental infantil. Actualmente no hay indicadores de salud ambiental de los niños en escala de toda América del Norte. Aquéllos pueden desempeñar un papel fundamental para poner de relieve las preocupaciones sobre la salud infantil y el fomento y seguimiento de los avances en la materia.

7. Evaluación y manejo de riesgo. A los niños no se les incluye necesariamente en las metodologías de evaluación y manejo de riesgo de los tres países, salvo el caso de los plaguicidas, lo que significa que no están bien protegidos de los peligros de numerosas sustancias. Es necesario desarrollar y aplicar en todas las evaluaciones de riesgo metodologías que consideren especialmente a los niños, aunque no se disponga de datos perfectos o completos.

8. Acceso público a la información. Es preciso expandir y fortalecer los canales de información que permitan a las comunidades, las familias y otros interesados tomar decisiones informadas en materia de exposición y manejo ambientales de sus niños.

9. Justicia medioambiental. Se necesita una exploración cabal de la relación entre pobreza, origen étnico, y amenazas de salud ambiental, en particular la exposición a sustancias tóxicas, a fin de abordar la cuestión de las exposiciones desproporcionadas a amenazas ambientales entre los estratos socioeconómicos más bajos y ciertas poblaciones minoritarias y grupos en desventaja.

10. Campos electromagnéticos. Los estudios discrepan en cuanto a las consecuencias en la salud de la exposición a los campos electromagnéticos. Se requieren más investigación y acciones preventivas prudentes.

11. Causantes de trastornos endocrinos. Hay evidencia sólida de poblaciones de vida silvestre, y alguna de los humanos, de que varios contaminantes pueden alterar el metabolismo endocrino normal. Es necesario hacer más estudios y aplicar estrategias preventivas.

12. Cambio climático. El cambio climático puede afectar la salud infantil mediante cambios en los vectores de enfermedades, exposiciones ambientales, etcétera; es éste, por lo tanto, otro campo que exige mayores estudios y acciones preventivas.

C. Áreas de oportunidad para la acción en escala de América del Norte

1. Contaminantes orgánicos persistentes y otras sustancias sujetas a movimiento transfronterizo

Hay pruebas científicas sólidas del movimiento a grandes distancias de ciertos contaminantes, como el DDT, mercurio, dioxinas y furanos y otros COP (CCA, 1999). Varios protocolos internacionales, como el de los COP de la Comisión Económica para Europa de la ONU y el de Metales Pesados de la Convención de Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Grandes Distancias, y la recién firmada Convención de Estocolmo sobre COP, reconocen la necesidad de ocuparse de tales sustancias mediante acciones internacionales.

La CCA ayuda con determinación a las Partes para que reduzcan o eliminen el uso de esas sustancias. A la fecha, la Comisión ha desarrollado planes de acción regional (PARAN) que comprometen a las tres naciones a tomar pasos concretos para reducir los BPC, el clordano, el DDT y el mercurio. Está en desarrollo otro PARAN sobre dioxinas, furanos y hexaclorobenceno por parte del Grupo de Trabajo sobre Manejo Adecuado de las Sustancias Químicas de la CCA. Asimismo, se ha emprendido el respectivo plan sobre monitoreo y evaluación medioambientales. Se prevé para 2002 un plan de acción regional para el lindano.

2. Bienes intercambiados en el comercio

Bienes como alimentos, productos manufacturados, plaguicidas y sustancias químicas cruzan las fronteras políticas como parte del flujo comercial entre los países del TLCAN. En algunos casos, bienes prohibidos o restringidos por razones de salud y seguridad en un país se pueden exportar a otro sin restricción alguna. Por ello, se requiere mayor cooperación para asegurar que los bienes exportados sean seguros para los niños de todos lados.

3. Peligros ambientales en las zonas fronterizas

Las zonas fronterizas se caracterizan por la intensa interacción transfronteriza. Además de que en ellas se comparten cuencas de aire y agua, áreas costeras y corredores de vida silvestre, en las regiones fronterizas cruzan embarques de productos peligrosos o residuos para uso o disposición. La pobre calidad del aire en las cercanías de cruces fronterizos congestionados también representan una amenaza para la salud pública, incluidas las enfermedades respiratorias de los niños.

4. Cooperación científica

La cooperación científica es fundamental y a menudo una condición para resolver problemas en áreas complejas como la salud y el medio ambiente. La CCA está empeñada en compartir conocimiento y generar consenso en diversos campos de su programa de trabajo, incluidos los proyectos Manejo Adecuado de las Sustancias Químicas y Conservación de la Biodiversidad. En el reino de la salud

ambiental las oportunidades para una mayor cooperación científica podrían incluir metodologías para evaluar la exposición, tecnologías y estudios sobre indicadores biológicos, estudios epidemiológicos, herramientas de diagnóstico y definiciones de diagnóstico comunes y otros campos específicos de investigación aplicada. Más aún, la colaboración con organizaciones que actualmente realizan esfuerzos internacionales para proteger la salud de subpoblaciones de niños susceptibles, como los pueblos autóctonos e indígenas, los trabajadores inmigrantes y otros, ofrecen oportunidades adicionales para la cooperación científica.

5. Establecimiento de políticas y normas

Las herramientas de política importantes como la evaluación de riesgo y la aplicación del enfoque precautorio podrían fortalecer la protección subcontinental de los niños. La CCA sirve de foro para que los gobiernos y la sociedad civil participen en un diálogo para avanzar en la protección de los niños al fortalecer la aplicación de herramientas de política y enfoques de primera calidad.

6. Educación pública y difusión

La participación de la ciudadanía en la investigación, el desarrollo de políticas y las estrategias de comunicación pueden fortalecer las bases informadas para la toma de decisiones y la resolución de problemas. Como parte de la CCA, el Comité Consultivo Público Conjunto (CCPC) junto con los comités consultivos nacionales trabajan para asegurar la activa participación ciudadana y la transparencia en las acciones de la Comisión.

VIII. Anexos: iniciativas internacionales

Durante la década pasada la relación entre medio ambiente y salud humana, en particular la salud de los niños, se ha reconocido en varios informes, convenciones y acuerdos internacionales. En seguida se presentan aspectos destacados de algunas de esas iniciativas.

1. Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos del Niño (1989)

Firmada y ratificada por casi todos los países del mundo, incluidos Canadá y México, la Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos de la Infancia describe los principios básicos que reconocen los requerimientos especiales de los niños y la necesidad de elevar su estatus en todas las sociedades.

El artículo 24 indica específicamente que:

1. Los Estados Partes reconocen el derecho del niño al disfrute del más alto nivel posible de salud.

2. Los Estados Partes asegurarán la plena aplicación de este derecho y, en particular, adoptarán las medidas apropiadas para:

c) Combatir las enfermedades y la malnutrición en el marco de la atención primaria de la salud mediante, entre otras cosas, la aplicación de la tecnología disponible y el suministro de alimentos nutritivos adecuados y agua potable salubre, teniendo en cuenta los **peligros y riesgos de contaminación del medio ambiente**.

e) Asegurar que todos los sectores de la sociedad, y en particular los padres y los niños, conozcan los principios básicos de la salud y la nutrición de los niños, las ventajas de la lactancia materna, la higiene y el **saneamiento ambiental** y las medidas de prevención de accidentes;

2. Agenda 21, capítulo 25 (1992)

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo y la resultante Agenda 21 ponen de relieve la protección de los niños ante los efectos de un medio ambiente deteriorado e insta a los gobiernos a desarrollar programas para proteger a los niños frente a los efectos de los compuestos tóxicos de índole ocupacional y los que se encuentran en el medio ambiente.

El capítulo 25 de la Agenda 21 se refiere a los niños y los jóvenes en el desarrollo sustentable.

Entre otros campos este programa se ocupa de la necesidad de alcanzar metas relativas a los niños en las áreas de salud, nutrición, educación y alfabetismo; buscar la ratificación y puesta en marcha de la Convención de los Derechos del Niño; promover el cuidado ambiental básico que beneficie a los niños;

expandir las oportunidades de educación; movilizar a las comunidades mediante las escuelas y los centros locales de salud, y establecer procedimientos para incorporar los problemas de los niños en las políticas de medio ambiente y desarrollo en los ámbitos locales, regionales y nacionales.

3. Declaración de los Líderes Ambientales de los Ocho sobre Salud Ambiental de los Niños (el G7 más Rusia, 1997)

Esta declaración ofrece el marco para los esfuerzos nacionales, bilaterales e internacionales para mejorar la protección de la salud infantil frente a las amenazas ambientales, en especial el plomo, el agua potable segura desde la óptica microbiológica, la calidad del aire, el humo ambiental del tabaco, las sustancias que trastornan el sistema endocrino y el calentamiento global. La declaración también compromete a los ocho a emprender acciones específicas en dichos rubros, así como al proceso general de incorporar las características de los infantes y los niños en las evaluaciones científicas de riesgo ambiental y protocolos de protección.

El problema y la solución se indican con elocuencia en la primera sección de la declaración:

“Reconocemos que los niños de todo el mundo se enfrentan a amenazas significativas para su salud derivadas de peligros ambientales. La protección de la salud humana sigue siendo un objetivo fundamental de las políticas ambientales para alcanzar el desarrollo sustentable. Cada día comprendemos mejor que la salud y el bienestar de nuestras familias dependen de un medio ambiente limpio y sano. En ningún lado es esto más cierto que en el caso de los niños, que son particularmente vulnerables a la contaminación. Hay evidencia creciente de que los niveles o concentraciones de ésta por debajo de los actuales umbrales de alerta pueden causar o contribuir a problemas de salud humana y los niveles actuales de protección de nuestros países pueden no dar, en algunos casos, una adecuada protección a los niños.

Subrayamos que la prevención de la exposición es el medio más eficaz de proteger a los niños frente a las amenazas ambientales.”

4. Declaración de la Tercera Conferencia Ministerial Europea sobre la Salud y el Medio Ambiente (1999) (sólo las regiones europeas de la OMS)

La declaración de los ministros europeos del Medio Ambiente apoyan los principios de la Declaración de los Líderes Ambientales de los Ocho y dedican especial atención a daños, humo ambiental del tabaco, asma y alergias y amenazas incipientes. La declaración insta a que: “todos los estados miembro y la CE ... identifiquen métodos y mecanismos para promover el intercambio de información y experiencia” sobre los campos de salud señalados. Asimismo, se hace un llamado para:

“d) promover y fomentar medidas de salud pública en campos de preocupación incipiente sobre los efectos ambientales en la salud infantil con base en el principio precautorio, y

f) desarrollar un mecanismo eficaz y eficiente para monitorear y registrar los avances anuales en toda la región con base en los principales indicadores del estado de la salud de los niños y las condiciones ambientales relevantes.”

Los ministros acordaron mantener este punto en su agenda para 2003.

Los acuerdos, convenciones y declaraciones anteriores reconocen, todos, las particulares susceptibilidades y vulnerabilidades de los niños. Muchos identifican resultados específicos de salud, como el asma; tóxicos específicos, como el plomo, o rutas de exposición determinadas, como la contaminación atmosférica y el agua sucia. Algunos incorporan el principio precautorio. Todos reconocen que los niños están en peligro a raíz de la exposición a amenazas ambientales para la salud y todos instan a proteger a los niños mediante políticas y acciones.

IX. Bibliografía seleccionada

- Agencia de Protección Ambiental de EU, National Primary Drinking Water Regulations, página en Internet, Technical Factsheet on : Mercury, disponible en www.epa.gov/ogwdw000/dwh/t-ioc/mercury.htm,
- Agencia de Protección Ambiental de EU, *1996/1997 Pesticides Industry Sales and Usage*, 1999a.
- Agencia de Protección Ambiental de EU. *Air Quality Criteria for Lead : Vol.III*. EPA-600/8-83-028B. Washington, DC : US EPA, 1984; 11-8, 14.
- Agencia de Protección Ambiental de EU, *Air Quality Criteria for Particulate Matter: Volumes I, II and III*, EPA/600/AP-95/001a-cF, Office of Research and Development, Washington, D.C., 1996(a).
- Agencia de Protección Ambiental de EU, *Environmental Health Threats to Children*, Office of Research and Development, Washington, D.C., 1996(b).
- Agencia de Protección Ambiental de EU, *Indoor Air Quality Basics for Schools* www.epa.gov/iaq/schoolskit.html, 1998a, p.2.
- Agencia de Protección Ambiental de EU, Office of Children's Health Protection . *The food they eat* <www.epa.gov/children/food.htm>, 1999b.
- Agencia de Protección Ambiental de EU, Office of Children's Health Protection. *Contaminants to which children may be particularly sensitive* <www.epa.gov/safewater/mcl.html>, 2001.
- Agencia de Protección Ambiental de EU, *Pesticide Industry Sales and Usage: 1994 and 1995 Market Estimates*. Cuadros 2 y 7. En *Our Children at Risk: The 5 Worst Environmental Health Threats To Their Health*, National Resource Defense Council, Washington, D.C., 1997.
- Agencia de Protección Ambiental de EU, *Recognition and Management of Pesticide Poisonings*, EPA, Washington, D.C., 735-R-98-003, 1998b.
- Agencia de Protección Ambiental de EU, *Report to Congress on Indoor Air Quality. Volume II: Assessment and Control of Indoor Air Pollution*, 400-1-89-000C, EPA, Washington, D.C., 1989.
- Agencia de Protección Ambiental de EU, *Respiratory Health Effects of Passive Smoking: Lung Cancer and Other Disorders*, EPA/600/6-90/006F, EPA, Washington, D.C., 1992.
- Agencia de Protección Ambiental de EU. *Who is responsible for drinking water?* <<http://www.epa.gov/safewater/dwh/who.html>>. Washington, D.C.: EPA, Office of Water, 2001b.
- Agencia de Protección Ambiental de EU.. *National Primary Drinking Water Regulations, Technical Factsheet on Mercury*. www.epa.gov/ogwdw000/dwh/t-ioc/mercury.htm, sin fecha.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ASTDR), 1997. *Public Health Statement for Benzene*. <<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/phs3.html>>
- Agrow: *World Crop Protection News*, 13 de diciembre de 1996, 14 y 28 de febrero de 1997.
- Agrow. 1997. *World Crop Protection News*. 14 y 28 de febrero de 1997.
- Aschengrau A, *et al.* Quality of community drinking water and the occurrence of spontaneous abortion. *Archives of Environmental Health*, 1989, 44:283-290.
- Auger, J. *et al.* Decline in semen quality among fertile men in Paris during the past 20 years. *New England Journal of Medicine* 332 (5): 281-285, 1995.
- Baskin, L.S. *et al.* Hypospadias and Endocrine Disruption: Is There a Connection? *Environmental Health Perspectives*, 109(11), 2001.
- Bearer C., How are children different from adults?, *Environmental Health Perspectives*, 1995;103(6):7-12.

- Becklake M.R., y P. Ernst, Environmental Factors, *Lancet* (suplemento II), 1997; 350:10-13.
- Bleyl, D.W., Progress Report. What can one expect from a “functional prenatal toxicology?” *Nahrung*. 1990;34(9):843-55.
- Bobak M., y D.A. Leon, The Effect of Air Pollution on Infant Mortality Appears Specific for Respiratory Causes in the Postneonatal Period, *Epidemiology*, 1999; (10):666-669.
- Boyce, N., Growing up too soon. *New Scientist* (2 de agosto de 1997): 5, 1997.
- Boyd, D.R. *Canada vs. the OECD: An Environmental Comparison*. Victoria, BC: Eco-Research Chair of Environmental Law and Policy at the University of Victoria, 2001.
- Brody, D.J. *et al.*, Blood lead levels in the U.S. population: Phase 1 of the Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III, 1988 to 1991). *Journal of the American Medical Association* 272, 1994., : 277-83.
- Bronfmann M. *et al.* La salud de los pueblos indígenas. Cuadernos de salud, Secretaría de Salud, 1994.
- Brunekreef B., *et al.* Air Pollution from Truck Traffic and Lung Function in Children Living Near Motorways, *Epidemiology*, 1997;8:298-303.
- Brynant, B. (ed.) *Environmental Justice: Issues, Policies and Solutions*, Island Press Washington D.C, 1995.
- Buchet JP., Lauwerys R., Roels H. *et al.*, Renal Effects of Cadmium Body Burden of the General Population, *Lancet*, 1990;336:699-702.
- Bullard R. (ed.), *Unequal Protection: Environmental Justice and Communities of Color*, Sierra Club Books, SF, 1994.
- Busse W.W., *et al.* The role of respiratory viruses in asthma. *Ciba Foundation Symposium* 1997;206:208-213.
- Carroquino M.J., The US EPA Conference on Preventable Causes of Cancer in Children: A Research Agenda, *Environ Health Perspectives*, 1998; 106(suplemento 3):867-873.
- Cebrian M.E. *et al.*, Chronic arsenic poisoning in the north of Mexico, *Human toxicology*, 1983, 2:121-133.
- Centers for Disease Control (CDC), sin fecha, actualización, Blood Lead Levels –United States 1991-1994, Washington, D,C, US Department of Health and Human Services.CDC, Trends in years of potential life lost due to infant mortality and perinatal conditions, 1980-1983 and 1984-1985, *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 1988;37:249-256.
- CDC, *Disease Information* <www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/escherichiacoli_g.htm>.
- Centro Latinoamericano de Demografía, Proyecciones de población de América Latina, Santiago, Chile: Celade. 1997.
- Chatigny M.A., “Sampling Airborne Microorganisms and Aeroallergens”, en: S.V.Hering (ed. técnico), *Air Sampling Instruments for Evaluation of Atmospheric Contaminants*, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, séptima edición, Ohio, 1989, pp. 199-219.
- Chaudhuri N, Child Health, Poverty and the Environment: The Canadian Context, *Canadian Journal of Public Health*, 1998; 89, suplemento I: S26-S30.
- Chen, Y. *et al.*, Cognitive development of Yu-Cheng (“oil disease”) children prenatally exposed to heat-degraded PCBs. *Journal of the American Medical Association* 268: 1992, 3213-3218.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 1999. *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento a Diciembre de 1998*: 1999, 27-52.
- Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), Equipo de Tarea para la Selección de Sustancias, Cuadernos sobre dioxinas, furanos, HCB y lindano. Montreal, Canadá, 1999.
- Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), Rutas continentales de los contaminantes, Montreal, Canadá
- Davies R., Etris S., The development and functions of silver in water purification and disease control, 1997;107-114.
- DeVesa, S.S. *et al.*, Recent cancer trends in the US. *Journal National Cancer Institute* 87: 1995:175-182.

- Dewailly E., *et al.*, Inuit exposure to organochlorines through the aquatic food chain in Arctic Quebec, *Environmental Health Perspectives*, 1993;101(7):618-620.
- Dockery D.W., Schwartz J., Particulate air pollution and mortality: More than the Philadelphia Story, *Epidemiology*, 1995;6:628-632.
- Echobichon D., y D. Stevens Perinatal development of human blood esterases, *Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 1973;14:41-47.
- English P., *et al.*, Examining Associations Between Childhood Asthma and Traffic Flow Using a Geographic Information System, *Archives in Environmental Health*, 1994;49:223-227.
- Erlich R.I., *et al.*, Risk factors for Childhood Asthma and Wheezing: Importance of Maternal and Household Smoking, *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 1996;154 :681-688.
- Etzel R., y S. Balk (eds.) Handbook of Pediatric Environmental Health, American Academy of Pediatrics, Nueva York, 1999, p. 420.
- Federal/Provincial/Territorial Advisory Committee on Population Health. Strategies for Population Health: Investing in the Health of Canadians, Ottawa: Health Canada, 1994.
- Fenske, R.A.. Potential exposure and health risks of infants following indoor residential pesticide applications. *American Journal of Public Health* 80: 1990; 689-693.
- Food and Drug Administration de Estados Unidos. Consumer Advisory: An Important Message for Pregnant Women and Women of Childbearing Age Who May Become Pregnant About the Risks of Mercury in Fish. Washington, DC : US FDA, Center for Food Safety and Applied Nutrition, 2001.
- Foster, W. Endocrine disruptors & development of the reproductive system in the fetus and children: Is there cause for concern? *Canadian Journal of Public Health* 89 (Suppl 1): 1998; S37-41, S52.
- Freidman, J.M., Assessment of case reports and clinical series. En: Handbook of Developmental Neurotoxicology, W. Slikker y L. Chang (eds.), Academic Press, Nueva York, 1998, pp. 497-503.
- Gee, D. Children in their environment: vulnerable, valuable, and at risk. Londres: Background Briefing for WHO Ministerial Conference on Environment and Health, 16-18 de junio de 1999.
- Gellert, R. 1978. Uterotrophic Activity of Polychlorinated Biphenyls (PCB) and Induction of Precocious Reproductive Aging in Neonatally Treated Rats. *Environmental Research* 1999;16: 123-130.
- Giwercman, A. *et al.* Evidence for increasing abnormalities of the human testis: a review. *Environmental Health Perspectives* 101 (Suppl 2): 1993;65-71.
- Goldman L., Linking Research and Policy to Ensure Children's Environmental Health, *Environmental Health Perspectives*, 1998; 106 (suplemento 3):857-861.
- GPO, Executive Order, Asthma and the Environment : A strategy to Protect Children, President Clinton's Task Force on Environmental Health Risks and Safety Risks to Children, Washington, D.C. 1999.
- Grandjean P. *et al.*, Methylmercury Neurotoxicity in Amazonian Children Downstream from Gold Mining. *Environmental Health Perspectives*, 1999;107(7):587-591.
- Health and Welfare Canada. A Vital Link: Health and Environment in Canada. Ottawa: Health Canada, 1992a.
- Health and Welfare Canada. Microbial Food – Dispatch núm. 32.. Ottawa: Health Canada, 1992a.
- Health Canada. Pesticide-related injuries and poisonings to children less than 20 years of age from the entrie CHIRPP database as of December 1994. Ottawa: Canadian Hospitals Injury Reporting and Prevention Program (CHIRPP), Laboratory Centre for Disease Control, Health Canada. 1995a.
- Health Canada. A Handbook for Health Professionals. Ottawa: The Great Lakes Health Effects Program, Health Canada. 1995b.

- Health Canada.. New study to look at the exposure of Ontario's farm families to pesticides. *Farm Family Health* 1996;4(1): 1-4.
- Health Canada. *Health and Environment: Partners for Life*. Ottawa: Health Canada, 1997
- Herbst A.L., et al. Adenocarcinoma of the vagina: association of maternal stilbestrol therapy with tumor appearance in young women. *N Engl J Med*, 1971;284:878-818.
- Herman-Giddens, M.E. et al. Secondary Sexual Characteristics and Menses in Young Girls Seen in Office Practice: A study from the Pediatric Research in Office Settings Network. *Pediatrics* 99 (4): 1997: 505-512.
- Hinds W., *Aerosol Technology. Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles*, John Wiley & Sons, Nueva York, 1982.
- Hughes Jr., C.L. Phytochemical mimicry for reproduction hormones and modulation of herbivore fertility by phytoestrogens. *Environmental Health Perspectives* 1998;78: 171-75.
- Hwang S.J., et al., Association study of transforming growth factor alpha (TGF α) TaqI polymorphism and oral clefts: Indication of gene-environment interaction in a population-based sample of infants with birth defects, *Am J Epidemiol*, 1995;141:629-636.
- IMSS-Solidaridad. Dirección General, Anuario de Morbilidad 1999, México: IMSS-Solidaridad, 2000; 35, 63, 69.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Encuesta nacional de la dinámica demográfica, 1997. Metodología y tabulados, México, 1999.
- IPCS-International Programme on Chemical Safety, Endocrine Disruptors, Fact Sheet No.10, WHO, Washington, D.C:1998.
- International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) Steering Committee. Worldwide Variations in the Prevalence of Asthma Symptoms: The International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC). *Eur Respir J* 12: 1998;315-335.
- Jacobson, J. et al., Effects of utero exposure to PCBs and related contaminants on cognitive functioning in young children, *Pediatrics*, 1990;116:38-45.
- Jensen A.A. y S.A. Slorach (eds.), *Chemical Contaminants in Human Milk* Boca Raton, CRC Press, 1991.
- Khoury, M.J., Genetic susceptibility to birth defects in humans: From gene discovery to public health action, *Teratology*, 2000; 61:17-20.
- King, W. y L. Marret. Case control study of bladder cancer and chlorination by-products in treated water (Ontario, Canadá). *Cancer Causes and Control* 7:596-604. 1996.
- Klotz, L.H. Why is the rate of testicular cancer increasing? *Canadian Medical Association Journal* 160 (2): 1999;213-214.
- Koren S.H., Associations Between Criteria Air Pollutants and Asthma, *Environmental Health Perspectives*, 1995;103(suplemento 6):235-242.
- Koutrakis P. y C. Sioutas C., "Physico-Chemical Properties and Measurement of Ambient Particles". En: R. Wilson y J. Spengler, *Particles in Our Air. Concentrations and Health Effects*, Harvard University Press, 1996.
- Laden F., et al. Association of fine particulate matter from different sources with daily mortality in six US cities, *Environmental Health Perspectives*, 2001 (en prensa).
- Landrigan P.J., Carlson J.E., Bearer C.F., Cranmer J.S., Bullard R.D., Etzel R.A. et al., *Children's Health and the Environment: A New Agenda for Prevention Research*, *Environmental Health Perspectives*, 1998;106(suplemento 3):787-794.
- Leech J., et al. The Canadian Human Activity Pattern Study: Report of Methods and Population Surveyed, *Chronic Diseases in Canada*, 1996;17(3/4):118-123.

- Lent, M.S. et al. Cancer Surveillance Series: recent trends in childhood cancer incidence and mortality in the US. *Journal of the National Cancer Institute* 1999 ;19(12): 1051-8.
- Levin E. y T. Slotkin. Developmental neurotoxicity of nicotine. In: *Handbook of Developmental Neurotoxicology*, W. Slikker y L. Chang (eds.), Academic Press, Nueva York, 1998, pp. 587-615.
- Lindberg S. Stokes et al., Group Report: Mercury. En: *Lead, Mercury, Cadmium and Arsenic in the Environment*. T.W. Hutchison T.W. y K.M. Meema (eds.) John Wiley and Sons, Nueva York. 1987.
- Lippmann M., "Size-Selective Health Hazard Sampling", En: S.V.Hering (ed. técnico), *Air Sampling Instruments for Evaluation of Atmospheric Contaminants*, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 7a edición, Ohio, 1989, pp.163-198.
- Longnecker, M.P. et al. The human health effects of DDT and PCBs and an overview of organochlorines in public health. *Annual Review of Public Health* 1997; 18: 211-244.
- Loomis D., et al. Air pollution and infant mortality in Mexico City, *Epidemiology*, 1999;10:118-123.
- Lopez-Carrillo L. et al. Is DDT use a public health problem in Mexico?, *Environmental Health Perspectives*, 1996; 104(6):584-588.
- Mahaffey K., Nutrition and Lead: Strategies for Public Health, *Environmental Health Perspectives* 1995;103(suplemento 6):191-196.
- McBride, M.L. Childhood Cancer and Environmental Contaminants. *Canadian Journal of Public Health* 89 (Suppl 1): 1998; S53-62, S58-68.
- McGinn A., Phasing Out Persistent Organic Pollutants. En *Worldwatch Institute, State of the World 2000*, WW Norton & Co, Nueva York, 2000.
- McKeown-Eyssen G.E., et al. Methylmercury Exposure in Northern Quebec: II. Neurological Findings in Children, *American Journal of Epidemiology*, 1983;118:470-479.
- Metropolitan Toronto Teaching Health Units and the South Riverdale Community Health Centre, *Why Barns Are Red: Health Risks from Lead and Their Prevention. A Resource Manual to Promote Public Awareness*, Toronto, ON, 1995: Toronto Public Health.
- Mott L., *Our Children at Risk: The Five Worst Environmental Health Threats to their Health*, Natural Resources Defense Council, Washington, D.C. 1997.
- Naciones Unidas, *Demographic Indicators, Annex I. En: World Population Prospects: The 1996 Revision*, Population Division, Nueva York, 1999.
- Naciones Unidas, *United Nations World Population*, 1998.
- Nashashibi N., et al. Investigation of kinetic of lead during pregnancy and lactation, *Gynecol Obstet Invest*, 1999;48(3):158-63.
- National Asthma Education and Prevention Program (NAEPP), *Expert Panel Report-2. Guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma* Bethesda, MD: National Institutes of Health. Sin fecha.
- National Heart, Lung, and Blood Institute, NIH Publication No. 97-4051, 1997:1-146.
- National Cancer Institute (NCI), *Questions and Answers about Asbestos Exposure* <www.cancernet.nci.nih.gov>, 2001.
- National Cancer Institute of Canada. *Canadian Cancer Statistics*. Toronto, ON: National Cancer Institute of Canada. 1999
- National Research Council (NRC), *Pesticides in the diets of infants and children*, National Academy Press, Washington, DC, 1993.
- Needlemann, H.L. et al. Bone lead levels and delinquent behavior. *Journal of the American Medical Association* 275(5): 1996. 363-369.

- Needleman H., et al., The long term effects of exposure to low doses of lead in childhood, *New Eng J of Medicine*, 1990; 322: 83-88.
- Needleman, H.L., y D. Bellinger. The Health Effects of Low Level Exposure to Lead. *Annual Review of Public Health* 1991;12: 111-140.
- Needleman H.L. y P. Landrigan. *Raising Children Toxic Free*, Farrar, Straus and Giroux, Nueva York, 1994, p. 90.
- Nelson K. y L.B. Holmes. Malformations due to presumed spontaneous mutations in newborn infants, *New England Journal of Medicine*, 1989; 320:19-23.
- Newsome H. et al. PCB and Organochlorine Residues in Canadian Human Milk – 1992, *Chemosphere*, 1995; 30(11): 2142-2153.
- Nishioka, M.G. Measuring transport of lawn-applied herbicide acids from turf to home: Correlation of dislodgeable 2,4-D turf residues with carpet dust and carpet surface residues. *Environmental Science and Technology* 30(11): 1996; 3313-3320.
- Olaiz G. et al., La alfarería en México. El arte del barro vidriado y el plomo. En: Hernández y Palazuelos (eds.) *Intoxicación por plomo en México*, serie Perspectivas en Salud Pública, Instituto Nacional de Salud Pública, México, 1995, pp. 163-173.
- OMS, *Environmental Health Criteria*, vol. 101-Methyl Mercury International Program on Chemical Safety. 1990.
- OMS, *Our Planet, Our Health: Report of the WHO Commission on Health and Environment*. Ginebra: 1992.OMS, *Guidelines for Drinking Water Quality*, 1993; 2:10-11.
- OMS, *Health and Environment in Sustainable Development: Five Years after the Earth Summit*, 1997.
- OMS, *Our Planet, Our Health: Report of the WHO Commission on Health and Environment*, Ginebra, 1992.
- Olaiz, G. et al. La alfarería en México. El arte del barro vidriado y el plomo. En *Lead Intoxication in Mexico*. Hernández y Palazuelos (ed.), 163-173. Mexico: Perspectivas en Salud Pública, Instituto Nacional de Salud Pública. 1995.
- Ortega-Ceseña J. et al. El control de los riesgos para la salud generados por los plaguicidas organofosforados en México : retos ante el Tratado de Libre Comercio, *Salud Pública de México*, 1994; 36: 624-632.
- Patterson, C.C. British Mega Exposure to Industrial Lead. En *Lead Versus Health*. M. Rutter y R.R. Jones (ed.), 18. Nueva York: John Wiley and Sons, Ltd., 1983.
- Paulozzi, L.J. et al. Hypospadias trends in two U.S. surveillance systems. *Pediatrics* 100(5): 1997; 831-834.
- Paulozzi, L.J. International trends in rates of hypospadias and cryptorchidism. *Environmental Health Perspectives* 107: 1999; 297-302.
- Paustenbach D., *Assessing the Potential Environment and Human Health* (sin fecha).
- Pennsylvania Department of Environmental Protection (PDEP), *Drinking Water Treatment Technologies for Ground Water Systems Under the Direct Influence of Surface* www.dep.state.pa.us/dep/depute/water.mgt., 1997.
- Peraza M.A., et al. Effects of micronutrients on metal toxicity, *Environmental Health Perspective*, 1998; 106(suplemento 1) :203-16.
- Pieters, R. y R. Albers. Screening Tests for Autoimmune-related Immunity. *Environmental Health Perspectives* 107 (Suppl 5), 1999.
- Platts-Mills T.A., et al. The role of domestic allergens, *Ciba Foundation Symposium*, 1997; 206: 173-185.
- Plunkett L., et al. Differences Between Adults and Children Affecting Exposure Assessment. En Guzelian, P.S., C.J. Henry y S.S. Olin (eds.) *Similarities and Differences Between Children and Adults: Implications for Risk Assessment*, ILSI Press, Washington, D.C., 1992, pp. 79-94.
- Polder A., et al. Dioxins, PCBs and some chlorinated pesticides in human milk from the Kola Peninsula, Russia, *Chemosphere*, 1998;37(9-12):795-806.

- Pollack S., et al, Child labor in 1990: Prevalence and health hazards, *Annual Review of Public Health*, 1990;11:359-75.
- Pope C.A. et al. Particulate Air Pollution as a Predictor of Mortality in a Prospective Study of U.S. Adults, *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 1995;151:669-674.
- Repetto R., y S. Baliga S., *Pesticides and the Immune System: The Public Health Risks*, World Resources Institute, 1996.
- Rice D., Developmental lead exposure. En: *Handbook of Developmental Neurotoxicology*, W. Slikker y L. Chang (eds.), Academic Press, Nueva York, 1998, pp. 539-557.
- Ries, L. et al. *SEER Cancer Statistics Review 1973-1996*, sin fecha.
- Riojas H., Santos-Burgoa C., *Epidemiology*. 1998.
- Riojas-Rodriguez H. et al. Household Firewood Use and the Health of Children and Women of Indian Communities in Chiapas, Mexico, 2001; 44-53
- Rodier P., Developing brain as a target of toxicity, *Environmental Health Perspectives*, 1995;103(6):73-76.
- Roe, D. et al. *Toxic Ignorance*. Nueva York, Environmental Defense Fund, 1997.
- Rojas-Bracho, Evaluación del grado de exposición a aeropartículas en los habitantes de la zona centro de la Ciudad de México, tesis de maestría en ciencias (biología), UNAM, México, 1994.
- Romieu I. et al. Effects of urban air pollutants on emergency visits for childhood asthma in Mexico City, *American Journal of Epidemiology*, 1995; 141:546-553.
- Rothenberg S.J. et al. Blood Lead Secular Trend in a Cohort of Children in Mexico City, II. 1990-1995, *Archives in Environmental Health*, 2000; 55 (4) :245-249.
- Royce S.E. (ed.), *Case Studies in Environmental Medicine: Lead Toxicity*, ATSDR, Atlanta: US Department of Health and Human Services, 1992:8.
- Schaefer, M. 1994. Children and toxic substances: confronting a major public health challenge. *Environmental Health Perspectives* 102 (Suplemento 2): 1994; 155-156.
- Schell, L.M. Using patterns of child growth and development to assess community wide effects of low-level exposure to toxic material. *Toxicology and Industrial Health* 13: 1997; 373-378.
- Schettler, T. Toxic Threats to Neurologic Development of Children. *Environmental Health Perspectives* 109 (Suplemento 6): 2001; 813-816.
- Schmidt C., Childhood cancer: a growing problem, *Environmental Health Perspectives*, 1998;106(1):18-23.
- Schwartz J. et al. Is Daily Mortality Associated Specifically with Fine Particles? *Journal of the Air & Waste Management Association*. 1996;46:927-939.
- Secretaría de Salud (SSA), Dirección General de Epidemiología, México, sin fecha.
- Secretaría de Salud (SSA), Chiapas: Estadísticas vitales . Chiapas, México, 1995.
- Secretaría de Salud (SSA), Estadísticas vitales, Mortalidad <www.ssa.gob.mx>, 1999.
- Sentzivanyi, A. et al. Environmental immunotoxicology. En *Environmental Medicine*. Brooks, S.M. et al. (ed.) St Louis: Mosby, 1995, 139-155.
- Shaw G.M. y E.J. Lammer, Incorporating molecular genetic variation and environmental exposures into epidemiologic studies of congenital anomalies, *Reprod Toxicol*, 1997; 11: 275-280.
- Shaw G.M. et al., Orofacial clefts, parental cigarette smoking and transforming growth factor-alpha gene variants, *American Journal of Human Genetics*, 1996; 58 :551-561.
- Skerving, S., Toxicology of Inorganic Lead. En: *Essential and Toxic Trace Elements in Human Health and Disease*. AS Prasad (ed.), Alan Liss Publ, 1988, pp. 611-630.

- Smith, M.A. Trends in reported incidence of primary malignant brain tumors in children in the United States. *Journal of the National Cancer Institute*. 1998; 90(17): 8-16.
- Sonawane B.R., Chemical Contaminants in Human Milk: An Overview, *Environmental Health Perspectives*, 1995;103(Suppl. 6):197-205.
- Spengler, J.D. y R. Wilson. "Emissions, Dispersion, and Concentrations of Particles". En: R. Wilson y J. Spengler, *Particles in Our Air. Concentrations and Health Effects*, Harvard University Press, 1996.
- Spengler J.D. y G.D. Thurston. Mass and Elemental Composition of Fine and Coarse Particles in Six U.S. Cities, *APCA Journal*, 1983;33(12):1162-1171.
- Stansfield S. y S. Shepard. Acute Respiratory Infection. En Jameson D, Mosley W, Measham A, Bobadilla J, (eds.), *Disease Control Priorities in Developing Countries*, Oxford University Press, 1993, pp. 67-90.
- Statistics Canada, A National Overview, Population and Dwelling Counts, 1997.
- Statistics Canada. Income in Canada, 1999. Ottawa: Statistics Canada. 1999.
- Statistics Canada. Human Activity and the Environment, 2000. Ottawa: Statistics Canada, 2000.
- Statistics Canada, Persons in low income, Catalogue No. 13-207-XPB, 1999.
- Statistics Canada. Population Data, Census 1996. Ottawa: Statistics Canada, 1996.
- Strachan D.P. y D.G. Cook. Health Effects of Passive Smoking. Parental Smoking and Childhood Asthma: Longitudinal and Case-Control Studies, *Thorax*, 1998;53:204-212.
- Subcomité de Comercio y Fomento Industrial, Importación de productos regulados por Cicoplafest, 2001; 1-4.
- Tseng W.P., Effects of dose-response relationship of skin cancer and blackfoot disease with arsenic. *Environmental Health Perspectives*, 1977, 19:109-119.
- US Public Health Service. <<http://www.hhs.gov/news/press/pre1995pres/920914.txt>>, 1995.
- United States Census Bureau, Poverty Statistics, Washington, D.C. U.S. Census Bureau.1999.
- Valdés, L.M., Los indios en los censos de población de México, UNAM, 1996.
- Vanderlinden, L. y A. Abelsohn. Relationship between children's health and environmental contaminants. En *Environmental Standard-Setting and Children's Health*. Documento preparado por la Canadian Environmental Law Association y el Ontario College of Family Physicians, 1999.
- Van Vliet, P., , Motor Vehicle Exhaust and Chronic Respiratory Symptoms in Children Living Near Freeways, *Environmental Research*, 1997;74:122-132.
- Waitzman, N.J. et al. Economic costs of birth defects and cerebral palsy - United States, 1992, *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 1995;44:694-699.
- Waliszewski, S.M., et al. Comparison of organochlorine pesticide levels in adipose tissue and human milk of mothers living in Veracruz, Mexico, *Bull Environ Contam Toxicol*, 1999;62(6):685-90.
- Walters, L et al. Purified Methoxychlor stimulates the reproductive tract in immature female mice. *Reproductive Toxicology* 7: 1993; 599-606.
- Warner, A.M. et al. Childhood asthma and exposure to indoor allergens: low mite levels are associated with sensitivity, *Pediatric Allergy & Immunology* 1996;7:61-67.
- Wasserman, G.A.. Lead exposure and intelligence in 7-year-old children: the Yugoslavia Prospective Study. *Environmental Health Perspectives* 105(9): 1997; 956-62.
- Wernet, D., y L. Nieves Breathing polluted air: minorities are disproportionately exposed, *EPA Journal*, 1992; 18:16-17.
- Wiles, R. et al. Pesticides in Children's Food. Washington, D.C.: Environmental Working Group, 14, 1999.

- Wilson J.G., Embryotoxicity of drugs in man. En Wilson, J.G., Fraser, F.C. (eds.), Handbook of Teratology, Plenum Press, Nueva York, 1977, pp. 309-355.
- Withmore, R. et al. Non-occupational exposures to pesticides for residents of two U.S. cities. Arch Environ Contam Toxicol 26: 1994; 47-59.
- Woodruff, T. et al. Relationship between Selected Causes of Post Neonatal Infant Mortality and Particulate Air Pollution in the US, Environmental Health Perspectives, 1997;105:608-612.
- Zahm, S., y S. Devesa .Childhood Cancer: Overview of incidence trends and environmental carcinogens, Environmental Health Perspectives, 1995;103(suplemento 6):177-184.