

La contaminación ambiental con Bifenilos Policlorados y su impacto en salud pública

Dra. Susana Isabel García ¹

Introducción

Los Bifenilos Policlorados (PCBs por sus siglas en inglés) son Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), siendo esta condición la principal causa de preocupación ambiental y de salud pública.

A fines de los años '60 comienza en el mundo la preocupación sobre la persistencia de los PCBs en el ambiente y en animales silvestres. Posteriormente, las investigaciones confirmaron que algunos congéneres de los PCBs se degradan muy lentamente y pueden acumularse en la cadena alimentaria. Desde 1971, el número de publicaciones científicas ha ido creciendo año tras año y actualmente hay más de 10.000 publicaciones científicas sobre los PCBs.

La Convención de Estocolmo, firmada por más de 100 países en el año 2001, y que ha entrado en vigencia recientemente, el 17 de mayo de 2004, define como COPs a las sustancias que: a) tienen efectos tóxicos en las mujeres y en las generaciones futuras; b) son muy resistentes a la degradación, y por lo tanto persisten en el ambiente durante mucho tiempo; c) tienen solubilidad muy baja en el agua y alta en grasas; d) se bioacumulan en ecosistemas terrestres y acuáticos, multiplicando su concentración en varios miles de veces a lo largo de la cadena alimentaria; e) se transporta a través de las fronteras por aire, agua o especies migratorias, lo que se ha dado en llamar "efecto saltamontes"; y f) se depositan lejos del lugar de liberación encontrándose en las grasas de animales de la Antártida y en poblaciones esquimales.

Los PCBs cumplen con todos estos criterios para ser definidos como COPs.

En mayo de 2004 entró en vigencia el Convenio Internacional vinculante sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, que obliga a los países a realizar esfuerzos decididos por reducir las fuentes y las exposiciones a PCBs, a más tardar en 2025. Nuestra legislación nacional ha reducido ese plazo al 2010. Actualmente los esfuerzos de ciertas organizaciones se orientan a limitar aún más los plazos y los niveles permitidos de PCBs, aún en medios ambientales.

Exposición humana a PCBs

Se habla de PCBs (en plural) porque se trata de una familia de 209 compuestos congéneres, con diferentes cantidades de cloro en sus moléculas, y conformación química, lo cual modifica su comportamiento en el ambiente y en el organismo humano. Para dar un ejemplo mencionaremos que sus pesos moleculares varían entre 188,7 para los monoclorobifenilos y 498,5 para el decaclorobifenilo.

La persistencia de los PCBs en el ambiente es alta. Luego de su emisión pueden permanecer desde 3 semanas a dos años en agua, más de 6 años en suelos y sedimentos y más de 10 años en peces adultos.

Como preocupación adicional debe mencionarse la liberación de contaminantes asociados, tales como las policlorodibenzodioxinas (PCDDs) y policlorodibenzofuranos

¹ Médica Especialista en Toxicología y en Medicina del Trabajo. Profesora de Toxicología de la UBA. Responsable del Programa Nacional de Prevención y Control de Intoxicaciones del Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación.

(PCDFs) que resultan de la combustión incompleta de PCBs y sus impurezas, sometidos a temperaturas entre 300 y 1000 °C.

Los PCBs se absorben bien por vía gastrointestinal, por vía inhalatoria y por contacto cutáneo.

El hombre se expone a los PCBs a través de los alimentos (en especial peces) y aguas contaminadas. El aire no constituye una fuente importante de contaminación. En los niños puede ser relevante el contacto con suelo contaminado. Para las personas expuestas en lugares de trabajo, la absorción por piel es la más importante.

Una vez que ingresan al organismo, los PCBs se distribuyen en los tejidos, se acumulan en piel y tejido adiposo. En las mujeres embarazadas atraviesan placenta y se distribuyen en tejidos fetales pudiendo alcanzar los mismo niveles sanguíneos que en la madre. También se acumulan en leche materna.

En trabajadores expuestos se han encontrado PCBs en sangre hasta 2 o 3 años después de la cesación de una exposición de más de diez años.

Estudios experimentales de efectos tóxicos en animales

Los estudios que han mostrado resultados más alarmantes han sido aquellos con efectos reportados sobre animales de laboratorio. Entre estos efectos se encuentran los tumores hepatobiliares y efectos sobre el sistema inmune, el sistema reproductivo, el sistema nervioso y el sistema endocrino. en condiciones de exposición de por vida a dosis muy altas, condiciones que no son relevantes para las exposiciones humanas.

Sin embargo, cuando se interpretan los resultados de los estudios sobre toxicidad animal a los fines de evaluar su relevancia en humanos, uno debe considerar un número de factores importantes, tales como: a) fundamentales diferencias fisiológicas y metabólicas entre los animales de laboratorio usados en las pruebas y los humanos; b) las muy grandes dosis del agente que se administra a los animales de laboratorio (las pruebas de toxicología están específicamente diseñadas para detectar y esclarecer los efectos adversos, y por este motivo, se usan niveles de dosis muy altas que son irreales para los humanos, ya que invariablemente exceden por cientos a miles de veces el nivel real de las exposiciones en humanos); y c) la variación dentro de la población humana, incluyendo diferencias de sexo, edad y susceptibilidad individual.

En estudios en animales, algunos congéneres, los llamados coplanares, tienen efectos similares a las dioxinas, produciendo alteraciones hepáticas y hormonales. Otros han mostrado, predominantemente, efectos que alteran la respuesta inmune e inflamatoria y son neurotóxicos.

Por sus efectos sobre el sistema endócrino, se los conoce como “disruptores hormonales”. En tal sentido, cumplen con cinco enunciados generales: a) pueden tener efectos totalmente distintos sobre el embrión, el feto y el recién nacido, con respecto a los efectos en el adulto; b) los efectos se manifiestan con mayor frecuencia en las crías que en el progenitor expuesto; c) el momento de la exposición en el organismo en desarrollo es decisivo para determinar su carácter y su potencial futuro (p.e. las anormalidades en ratones machos se observan cuando la exposición materna ocurrió en el día 15 de la gestación), d) aunque la exposición crítica tiene lugar durante el desarrollo embrionario, las manifestaciones obvias pueden no producirse hasta la madurez, e) la relación dosis - respuesta no es lineal en los estudios experimentales con mamíferos (se observan efectos a dosis bajas que no se observan a dosis altas).

En animales también, los PCBs tienen efectos de interrupción de la función tiroidea: algunos congéneres de PCB pueden disminuir los niveles sanguíneos de hormona tiroidea (T4), mientras que ciertos metabolitos de los PCBs tienen actividad T4-simil. En humanos existen algunos indicios que los niños que son alimentados con leche materna contaminada con PCBs tienen menores niveles sanguíneos de hormona T4

También los PCBs han mostrado efectos sobre las hormonas sexuales femeninas. Dependiendo de la orientación espacial de los átomos de cloro ciertos congéneres tienen actividad estrogénica y otros actividad antiestrogénica.

No se conocen muy bien las implicancias sobre la salud humana de estos efectos.

Estudios en poblaciones humanas

En cuanto a los estudios sobre poblaciones humanas, los mismos se han enfocado en trabajadores expuestos a altas dosis en plantas productoras de PCBs o de capacitores durante las décadas del '30 al '70; a personas que ingirieron grandes dosis a partir de la contaminación accidental de alimentos y a mujeres con grandes ingestas de pescado contaminado.

Debe tenerse en cuenta que los estudios que se realizaron en los EEUU tienen como contexto: a) la producción, dentro del país, de cerca de medio millón de toneladas de PCBs entre 1929 y 1977; b) miles de trabajadores expuestos durante casi cinco décadas a congéneres de PCBs altamente clorados (los más tóxicos) y en mezclas de altas concentraciones (cercana al 100%); c) cientos de miles de personas que ingirieron pescado con valores de hasta 20 ppm de PCBs; d) solamente en la parte superior del río Hudson, se identificaron 40 puntos críticos con sedimentos que contienen 50 ppm o más de PCBs (lo mismo que se encuentra dentro de un transformador con aceite contaminado).

Aún con estas altas exposiciones, la mayoría de dichos estudios no han podido demostrar fehacientemente en los seres humanos, los efectos observados en animales. Las revisiones científicas coinciden en plantear que los únicos efectos crónicos atribuibles a los PCBs son los efectos sobre la piel y otros efectos irritativos de mucosas. Estos efectos se produjeron solamente en las poblaciones de trabajadores con exposiciones relativamente altas de la piel y/o por inhalación o en individuos con exposiciones accidentales altas. Estos efectos no se han observado en poblaciones expuestas a través del consumo de pescado (el tipo de exposición relevante para la vasta mayoría de los seres humanos).

Efectos secundarios a la exposición laboral

Difícilmente, en la actualidad, puedan encontrarse poblaciones más expuestas que los trabajadores de las plantas productoras de PCBs entre los años 1930 y 1950 en los EEUU, o aquellos trabajadores contratados para la fabricación de equipamiento eléctrico. Estos individuos tuvieron contacto diario de su piel con los PCBs durante muchos años, inhalaban niveles relativamente altos de estos agentes químicos, y pudieron haber ingerido un poco de esto mientras comían o cerca de sus terminales de computación o mientras fumaban. Además de la irritación cutánea y ocular, y quizás algún nivel elevado y transitorio en las enzimas hepáticas, no puede atribuírsele ningún otro efecto agudo o crónico sobre la salud en forma definitiva a los PCBs a partir de los estudios ocupacionales. Han pasado más de 50 años desde que esos trabajadores recibieron una fuerte exposición a los PCBs por primera vez, un período que debería ser suficiente para detectar enfermedades tales como el cáncer, las cuales se considera que tienen períodos de latencia de 10-30 años (el período de tiempo entre la

exposición inicial y el desarrollo de la enfermedad). Los estudios de mortalidad por cánceres que, según la bibliografía podían asociarse a una exposición a los PCBs (melanoma maligno; cáncer de cerebro, de hígado, rectal, gastrointestinal y hematopoyético) en los trabajadores jornalizados, no han logrado demostrar ninguna asociación causal entre la exposición a los PCBs y excesos de mortalidad por cáncer.

La Agencia Internacional de Investigación sobre Cáncer de la Organización Mundial de la Salud (IARC por sus siglas en inglés), teniendo en cuenta la evidencia de carcinogenicidad en humanos y en animales, ha clasificado a los PCBs como del Grupo 2A (probablemente carcinógeno para humanos) por la evidencia limitada de carcinogenicidad en humanos y suficiente en animales de experimentación para adenoma hepatocelular y carcinoma de hígado. Las investigaciones sugieren que los PCBs inducen tumores a través de modos de acción que no involucran mutaciones genéticas.

Efectos secundarios a exposiciones alimentarias

También aportaron evidencias de efectos sobre la salud humana los estudios de los dos casos de envenenamiento humano masivo, uno en Japón occidental en 1968, conocido como “Yusho”, y otro en Taiwán en 1978-1979, conocido como “Yu-cheng”, que se atribuyeron inicialmente al consumo de aceite de salvado de arroz contaminado con PCBs, pero análisis posteriores demostraron la presencia en el aceite de productos de degradación térmica tóxicos (por ejemplo, dibenzofuranos (furanos) policlorados y cuaterfenilos policlorados), los que actualmente se aceptan ampliamente como los responsables de los efectos observados sobre la salud.

Las víctimas desarrollaron una forma muy severa y persistente de acné llamado cloracné. Los síntomas avanzaron hasta incluir fatiga, náuseas, e hinchazón de los brazos y de las piernas, y algunas personas desarrollaron desórdenes hepáticos. También se informó acerca de algunas manifestaciones neurológicas (primariamente de índole subjetiva). Algunos bebés recién nacidos de madres expuestas nacieron con tamaños muy pequeños, con piel y uñas decoloradas, y se observó una erupción prematura de sus dientes.

El aceite de arroz contaminado de Yusho contenía concentraciones de 2000 -3000 mg/kg (ppm) y 5 mg/kg de dibenzofuranos policlorinados. La ingesta estimada promedio, de acuerdo a datos de la literatura japonesa de entonces, fue de 633 mg de PCBs, lo que equivale a 157 µg PCBs/kg por día. Esto es equiparable a la ingesta de una cucharada sopera de aceite de transformador contaminado con PCBs (300 ppm) para un niño de 20 kilogramos de peso.

En el brote de Taiwan (llamado Yu-Cheng), la ingesta calculada alcanzó el triple de dicho valor.

Preocupaciones para la salud pública

Las principales preocupaciones para la salud pública están relacionadas con la exposición a través de los alimentos (especialmente peces) y los niveles muy altos en leche materna. A pesar de ello no se ha contraindicado el amamantamiento, incluso en mujeres muy contaminadas, debido a que las ventajas de la lactancia materna superan ampliamente los riesgos de la exposición neonatal a PCBs.

Como consecuencia de lo mencionado, la protección de la salud pública depende en gran medida del control sobre los alimentos. La Organización Mundial de la Salud ha establecido niveles de Ingesta Diaria Admisible (IDA) para PCBs dioxina-simil. Se

entiende por IDA la cantidad de una sustancia que puede ingerirse diariamente sin que se produzcan daños a la salud ni a la descendencia. Este valor se expresa en Dosis de Equivalencia Tóxica y es igual a 1 a 4 picogramos TEQ/kg peso (1998, OMS). Este valor no es aplicable a los lactantes durante el amamantamiento debido a que se trata de un período equivalente al 5 % del total de la vida.

En nuestro país existen estimaciones de contaminación de peces a partir de las determinaciones de PCBs en sábalos del Río de la Plata que realiza el grupo de investigación de la Universidad Nacional de La Plata. Un análisis de congéneres específicos de PCB, mono y no orto sustituidos (“Dioxina-like”) en sábalos de cinco localidades sobre el Río de La Plata (Tigre, Quilmes, Berazategui, Berisso y Atalaya) entre julio de 2002 y febrero 2003, permitió calcular la toxicidad relativa presente en los tejidos de estos peces, facilitando la evaluación de riesgo para consumo humano. Los niveles de PCB totales, fueron mas elevados en sábalos provenientes de Berazategui, Quilmes y Tigre (9-14 ppm), disminuyendo en Atalaya y Berisso (3-7 ppm). Los valores de toxicidad hallados indican que el consumo recomendado de sábalo en las distintas localidades puede oscilar entre $0,05 \pm 0,04$ g por kilo de peso por día en Berazategui.

Conclusiones

A modo de conclusión citaremos las expresiones de Gilbert Ross en una reciente revisión de la bibliografía (2004) en busca de evidencia científica de los efectos de los PCBs. “...Durante demasiado tiempo, se le ha presentado al público la perspectiva de que los PCBs sean agentes químicos tóxicos para el medio ambiente a niveles de dosis bajas, sin embargo hasta la fecha no se conoce relación causal alguna entre la exposición a los PCBs ambientales e impactos adversos para la salud pública...”. “...El costo astronómico asociado con la limpieza de sedimentos y suelos contaminados con PCBs, al margen de cuan bajos puedan ser los niveles, es tal que bien puede no justificarse dadas las prioridades actuales sobre salud pública. En un sentido, los PCBs se han convertido en la cara visible de todos los contaminantes ambientales – su remoción total del medio ambiente, ya sea de hogares, escuelas o del medio ambiente exterior, constituye una meta que es independiente de cualquier estimación objetiva y con base científica sobre la exposición humana, los riesgos para la salud o el beneficio para la salud pública. Tenemos precedentes históricos tanto con asbesto como con plomo, en los cuales la filosofía de la remoción total a veces ha disparado en contra, y esfuerzos enormes para lograr una remediación total han dado como resultado crecientes niveles de plomo en sangre o exposición de humanos a fibras de asbesto transportadas por el aire...”

“...Asimismo, gran parte de las demandas legales han tenido poco respaldo científico o clínico, pero debido a los años de notoriedad, difusión y percepción, mucha gente erróneamente cree que los PCBs están vinculados a un conjunto de dolencias que afectan a los seres humanos. Es quizás propio de la naturaleza humana buscar una causa ambiental a las enfermedades cuando no hay otras explicaciones médicas tradicionales (por ejemplo, genéticas, nutricionales) que puedan brindarse. Aun cuando resulta fácil y atractivo buscar un chivo expiatorio en el medio ambiente, en el caso de los PCBs hay escasa evidencia científica o clínica para respaldar los reclamos de que producen efectos en la salud por las exposiciones ambientales...”

“...Para permitir que la salud pública y otros recursos se dirijan a los riesgos reales para la salud humana, no pueden justificarse, por lo que conocemos sobre los PCBs, los requerimientos excesivamente severos en pos de reducir los niveles de rastros de PCBs del medio ambiente...”

Bibliografía recomendada:

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls (PCBs). November 2000. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp17.html>
- International Agency for Research on Cancer (IARC). Summaries & Evaluations. Polychlorinated Biphenyls. Supplement 7: (1987). Disponible en: <http://www.inchem.org/documents/iarc/suppl7/polychlorinatedbiphenyls.html>
- MONO -ORTO Y NO-ORTO PCBS EN PECES DEL RÍO DE LA PLATA. Cappelletti, N., Barreda A., Migoya C. , Colombo, J.C. Laboratorio de Química Ambiental y Biogeoquímica. FCNyM. UNLP. 2004.
- PNUMA, Productos Químicos, Evaluación regional sobre sustancias tóxicas persistentes. Informe Regional de Sudamérica Oriental y Occidental. Disponible en: <http://www.chem.unep.ch/pts/regreports/Translated%20reports/Eastern%20and%20Western%20South%20America%20sp.pdf>
- Ross G, The public health implications of polychlorinated biphenyls (PCBs) in the environment. *Ecotoxicol Environ Saf* (2004) 59: 275-291.
- Texto del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, disponible en http://www.pops.int/documents/convtext/convtext_sp.pdf
- US Environmental Protection Agency, 2004, Disponible en <http://www.epa.gov/opptintr/pcb/effects.html>
- World Health Organization (WHO), 1993. Polychlorinated Biphenyls. Environmental Health Criteria 140. Polychlorinated Biphenyls and Terphenyls, second ed. World Health Organization, Geneva. Disponible en : <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc140.htm>
- World Health Organization (WHO), Polychlorinated Biphenyls: Human Health Aspects, Concise International Chemical Assessment Document 55, Geneva, 2003. Disponible en: <http://www.inchem.org/documents/cicads/cicads/cicad55.htm>