



:: [portada](#) :: [Ecología social](#) :: [Ciencia](#)

01-12-2004

Metales pesados, ambiente y salud

Norberto I. Schinitman

Ecoportal.net

"Nacieron... del hierro y otros metales, locomotoras, automóviles... y un millar de máquinas diversas y versátiles."

Bernard Jaffe (1957)

Introducción

Quienes consultan habitualmente textos, artículos y legislación vinculados con temas ambientales relativos a la contaminación, los riesgos de la utilización y liberación al ambiente de diversas sustancias químicas y otros asuntos conexos, habrán observado, seguramente, que desde hace tiempo, la expresión "Metales Pesados" o Heavy Metals, en inglés, (MP en lo sucesivo, en este artículo) ha venido usándose con mayor frecuencia.

Como es sabido, la frase MP se emplea para referirse, describir o definir de modo genérico a un conjunto de diversos elementos químicos, a los que se atribuyen diferentes efectos de contaminación, toxicidad y/o ecotoxicidad. (Se emplea, a propósito, el término "conjunto", entendido como agregado, para evitar el uso de la palabra grupo, que podría implicar alguna relación con la Tabla Periódica).

Al profundizar el estudio del conjunto de los MP para intentar establecer un marco de referencia emergente, entre otros, algunos interrogantes/descriptores básicos, relacionados con sus propiedades, los elementos y/o compuestos involucrados, su definición y otros, que se presentan en el cuadro siguiente. (Se usa el giro "interrogantes/descriptores" porque las respuestas concretas a esos interrogantes resultarán útiles como descriptores generales de los MP).

Algunos interrogantes/descriptores acerca de los "Metales Pesados"

» ¿Cuál es su definición?

» ¿Cuáles son sus principales propiedades, particularmente como contaminantes?



» ¿Qué elementos componen ese conjunto?

» ¿Se trata sólo de ciertos elementos, o también de algunos de sus compuestos?

» ¿Son sólo metales o también semi-metales?

Ponencia

Este artículo intenta, desde un enfoque formativo y pedagógico, asociando aspectos ambientales y de química, examinar y aportar ciertas ideas tendientes a dar respuestas a los interrogantes-descriptores anteriores, clarificar el tema de los "metales pesados" y profundizar tanto sobre los elementos y algunos de sus compuestos que suelen citarse como integrantes de ese conjunto, sus propiedades con respecto al ambiente y la salud humana y otros asuntos relacionados, como así también sobre la aplicabilidad de esa denominación conjunta.

Además, se formulan sugerencias para dar mayor objetividad a la información científica vinculada con temas de contaminación ambiental, toxicidad y ecotoxicidad por elementos o compuestos.

Metales y desarrollo de la civilización

La corteza terrestre contiene utilísimos elementos químicos, entre ellos muchos metales que, desde tiempos remotos, han resultado de gran importancia para el desarrollo y progreso de las civilizaciones, a tal punto que sería muy difícil imaginar nuestra sociedad actual sin un extenso empleo de utensilios y herramientas elaborados con metales. De los elementos químicos que hoy conocemos, aproximadamente un 75 % son metales.

Para los químicos y ambientalistas, resulta talvez relevante y curioso que dos lejanos e importantes períodos históricos de la humanidad se identifiquen de acuerdo con los metales que en ellos se empleaban predominantemente.

En efecto, muy atrás en tiempo, la edad de bronce (producido tradicionalmente por aleación del cobre con el estaño), siguió a la edad de piedra y precedió a la más reciente edad de hierro. Esta antelación se debe a que el cobre puede encontrarse en muchos lugares en estado libre, es decir como elemento químico no combinado, mientras que prácticamente no se halla hierro libre sino combinado con otros elementos.

Algunos historiadores estiman que unos diez mil años atrás, en algunas regiones de Asia ya se empleaba el cobre. Este metal, de un atractivo color rojizo, solía encontrarse libre, en vetas entre ciertas rocas, y podía ser extraído con paciencia y esfuerzo. Fue utilizado para construir



instrumentos de labranza, armas y objetos de adorno que, por el elevado costo del metal, se guardaban en lugares ocultos.

También es sabido que hace más de cinco mil años, nuestros ancestros ya habían comenzado a emplear el oro y la plata. Esto se debía, precisamente, a que esos metales, al igual que el cobre, se encontraban a veces en estado libre, y podían extraerse con cierta facilidad. Además, hay también evidencias acerca del uso de utensilios primitivos de hierro hace unos 4500 años.

Como notas de interés conexas con la temática de este trabajo, recordemos que tanto el hierro, como el cobre y el estaño (constituyentes del bronce), son generalmente considerados actualmente MP.

Por otra parte, debido a su extenso uso, se van agotando las reservas conocidas de ciertos elementos usualmente conceptuados como MP, tales como cobre, estaño, mercurio, plata, plomo y zinc.

Metales, salud y ambiente

Como veremos seguidamente, desde hace mucho tiempo fueron notados diversos problemas de contaminación, toxicidad y ecotoxicidad atribuidos a ciertos metales y a algunos de sus compuestos. Acerca de los problemas asociados con algunos metales y su metalurgia, el historiador griego Plutarco relataba, hace más de 1900 años, lo que ahora denominaríamos severos efectos nocivos ambientales y sanitarios provocados por la exposición que experimentaban los trabajadores de las minas y fundiciones.

Al mismo tiempo, corresponde enfatizar que numerosos MP son necesarios para los seres vivos. Efectivamente, vestigios (cantidades pequeñísimas) de cadmio, cobre, cromo y zinc, son esenciales para la vida.

Además, algunos de los denominados MP ingresan habitualmente a nuestro organismo en porciones menores, vehiculizados por los alimentos, el agua o el aire que respiramos. Varios persisten o se bioacumulan durante largo tiempo en los organismos vivos.

Presentemente, los principales MP calificados como contaminantes ambientales son el cadmio, mercurio y plomo, que resultan nocivos para el hombre, los animales, las plantas y el ambiente.

Al mismo tiempo, se atribuye a algunos compuestos de cromo ser carcinógenos y provocar daño



genético. El mercurio es considerado un contaminante universal. El plomo, que es el metal con propiedades tóxicas que más se ha propagado en el ambiente, fue ampliamente usado por los romanos para construir tuberías para conducir agua, vasijas para vino y objetos similares. Hasta la década de 1970 fue muy utilizado en pinturas, conductos para agua en las viviendas y hasta no hace mucho tiempo en algunos combustibles para automotores.

Metales pesados, propiedades y definición

Como se anticipó más arriba, la expresión MP se usa para aludir de un modo no muy preciso a ciertos elementos metálicos, y también a algunos de sus compuestos, a los que se atribuyen determinados efectos de contaminación ambiental, toxicidad y eco toxicidad.

Asimismo, es de destacar que hasta el presente (junio de 2004), no se dispone de una definición oficial generalmente aceptada, ni de un listado de esos elementos, ni de una referencia clara y exacta de las propiedades o caracteres de los MP que provenga de alguna sociedad científica u organismo referente de alto nivel, como podría ser la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada) o la US EPA, (Agencia de Protección Ambiental de los EUA), por ejemplo.

Como consecuencia, en muchos artículos y documentos no se definen los MP en su conjunto, o se los presenta acotados, de un modo válido sólo en el contexto del propio documento.

Otro aspecto notable es que diversas fuentes bibliográficas mencionan entre los MP a distintos elementos, metales y semimetales y, además, a algunos de sus compuestos. También se implica, a veces, a un no metal. Todo esto puede contribuir a causar cierta confusión sobre este tema.

Algunos elementos considerados Metales Pesados

Entre los elementos que suelen citarse como "metales pesados", se cuentan principalmente los referidos en el cuadro siguiente, en orden alfabético. Su estudio nos muestra que se trata de metales, semimetales y, sorprendentemente, también un no metal.

| |
|-----------------|
| Metales Pesados |
|-----------------|

| |
|--|
| Algunos elementos que suelen citarse bajo esta denominación, en orden alfabético |
|--|



Aluminio, arsénico*, bario, berilio, cadmio, cobalto, cobre, cromo, estaño, hierro, manganeso, mercurio, molib

Nota: *As es un semimetal; **Se es un no metal; los restantes son metales.

Veamos, en el cuadro siguiente esos mismos elementos, ordenados según su número atómico; se incluyen también sus símbolos.

Metales Pesados

Algunos elementos que suelen citarse bajo esta denominación, ordenados por número atómico

Ref.: (Número atómico); [Símbolo]

Berilio (4) [Be]

Aluminio (13)
[Al]

Vanadio(23)[V]

Cromo (24) [Cr]

Manganeso(25)[Mn]

Hierro (26) [Fe]

Cobalto (27) [Co]



Níquel (28) [Ni]

Cobre (29)[Cu]

Zinc (30) [Zn]

Arsénico* (33) [As]

Selenio**(34) [Se]

Molibdeno (42) [Mo]

Plata (47) [Ag]

Cadmio (48)[Cd]

Estaño (50)[Sn]

Bario(56) [Ba]

Mercurio (80) [Hg]

Talio (81) [Tl]

Plomo (82) [Pb]



*As es un semimetal; **Se es un no metal; los restantes son metales.

Criterios empleados para definir los metales pesados

Como veremos seguidamente, se han empleado diversos criterios o pautas para definir los MP. Entre las principales propiedades consideradas para ello, se cuentan, respectivamente, la densidad, el peso atómico y la masa atómica.

En general, esas definiciones no resultan claras, específicas o completas. Para facilitar su comparación, en la siguiente tabla se acumulan algunas definiciones, clasificadas según las distintas propiedades consideradas. Se nota que algunas no coinciden entre sí y que las definiciones sólo se refieren a metales, y no a semimetales.

“Metales Pesados”

Algunas definiciones según las propiedades consideradas

Propiedad considerada

Definición

Densidad

Metales con una densidad mayor que 4 g/cm³.

Metales con una densidad mayor que 4,5 g/cm³ .

Metales con una densidad mayor que 5 g/cm³ .



Metales con una densidad mayor que 6 g/cm^3 .

Metales con una densidad de $3,5$ a 5 g/cm^3 .

Metales con una densidad relativamente alta, tóxicos o venenosos a bajas concentraciones.

Peso atómico

Metales con un elevado peso atómico.

Metales con un peso atómico mayor que el del Na (23).

Metales con un peso atómico mayor que el del Na (23), que forman jabones con ácidos grasos.

Metales con un peso atómico mayor que 40 , excluyendo los alcalino-térreos, alcalinos, lantánidos y actínidos.

Metales con un peso atómico relativamente alto, tales como cadmio, estaño, mercurio y plomo.

Metales con un elevado peso atómico, que pueden dañar a los seres vivos y tienden a acumularse en la cadena alimentaria.

Masa atómica

Metales de masa atómica elevada.



Metales de alta masa atómica, particularmente los de transición que son tóxicos y no son metabolizados por

Cualquier metal, en cualquier forma química, con masa atómica bastante alta, en especial los que son tóxicos

Metales con una elevada masa atómica y densidad superior a $4,5 \text{ g/cm}^3$, como Cd, Cu, Cr, Hg y Pb; como con

Aplicabilidad de las definiciones

En muchos casos, al mencionar un determinado ?metal pesado?, no se deslinda si se trata de ese elemento puro, o de algunos o la totalidad de sus diversos compuestos, los que no presentan las mismas propiedades físicas, químicas, tóxicas ni ecotóxicas.

Como ejemplo aclaratorio, tengamos presente que algunos compuestos de cromo hexavalente (Cr VI) son citados como carcinógenos humanos, pero prácticamente no se encuentra información sobre cánceres ocasionados por exposición a ese metal puro. Además, el cromo y algunas de sus aleaciones se emplean sin problemas, desde hace tiempo, en prótesis médicas y dentales.

Propiedades de algunos elementos considerados generalmente como metales pesados

Para mayor ilustración, en la tabla siguiente se presentan algunas propiedades vinculadas con aspectos ambientales, actualmente aceptadas, de ciertos elementos mencionados frecuentemente como MP y de algunos de sus compuestos.

Metales Pesados

Propiedades principales de algunos elementos (y sus compuestos) que suelen agruparse bajo esta denominación

Cadmio



Ca

Es un micronutriente esencial para los humanos, animales y plantas. Sus propiedades tóxicas son similares a

Cobre

Cu

Es un elemento esencial para la vida humana, pero en dosis elevadas puede provocar anemia, irritación del

Cromo

Cr

Se usa en aleaciones y pigmentos para cemento, papel, pinturas, caucho y otras aplicaciones. Frecuentemente

Mercurio

Hg

Es un contaminante global. Proviene principalmente de la degasificación de la corteza terrestre, las emisiones

Níquel

Ni



El níquel es necesario para la formación de glóbulos rojos, pero en exceso es medianamente tóxico. No se con

Plomo

Pb

Proviene de fuentes naturales y antropogénicas. Puede ingresar al organismo por el agua, alimentos, tierra y

Selenio

Se

Es un no metal necesario en pequeñas cantidades para los seres humanos y ciertos animales, pero en ex-ces

Conclusión

Como hemos visto, aunque ampliamente usada, la expresión "metales pesados", no es muy precisa, ni se dispone de una definición unívoca, ni de un listado oficial o generalmente aceptado de los elementos que los componen, ni una referencia clara y exacta de sus propiedades.

Entonces, sería muy útil e importante, en primer término, que algún organismo o entidad con gran autoridad científica estudie la posibilidad de emitir una definición concreta.

Por ahora, hasta que dispongamos de esa definición, como aporte para lograr una mayor claridad y objetividad en la comunicación de resultados o información científica y ambiental, se sugiere la conveniencia de que los artículos, documentos, legislación o similares que hagan referencia a temas de contaminación ambiental, toxicidad o ecotoxicidad por determinados elementos químicos, eviten la expresión generalizada tales como "metales pesados" y especifiquen claramente aquellos elementos o compuestos y sus propiedades y efectos de los que se trata.



Por último, se presentan algunos descriptores generales de los MP, que se desprenden de las respuestas a los interrogantes/descriptores presentados al comienzo.

Descriptores generales de los Metales Pesados

Correspondientes a algunos elementos (y/o sus compuestos) que suelen mencionarse bajo esta denominación

Elementos generalmente citados como MP

Aluminio, arsénico, bario, berilio, cadmio, cobalto, cobre, cromo, estaño, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno

Definición

No se dispone actualmente de una definición ?oficial? o, al menos, de una definición unívoca generalmente aceptada

Propiedades principales

Se les se atribuyen, en general, efectos de contaminación ambiental, toxicidad y/o eco toxicidad.

¿Son sólo los elementos o también sus compuestos?

Elementos y algunos de sus compuestos.

¿Se trata sólo de metales?

La mayoría son metales; As es un semimetal; se cita también al Se que es un no-metal.



Bibliografía

- Curtis, H., Barnes, N. (1996). Invitación a la Biología. Madrid: Ed. Médica Panamericana.
- Duffus, J. H. (2002). "Heavy metals"- a meaningless term- Pure Appl. Chem., Vol. 74, No. 5, pp. 793-807.
- Duffus, J. H. Consultation on the definition of heavy metals. j.h.duffus@blueyonder.co.uk. (E-mail personal 29. 06.2004).
- FAO (2004). Soil heavy metals. http://www.fao.org/gtos/tems/variable_Show_jsp?VARIABLE_ID=43
Soil heavy metals
- Hawkes, S. J. (1997) What Is a "Heavy Metal"; J. Chem. Educ. 1997. 74. 1374.
- Jaffe, B. (1981). La química crea un mundo nuevo. Buenos Aires: Eudeba.
- Kiely, G. (1999). Ingeniería ambiental. Madrid: Interamericana.
- Swedish EPA (2004). Heavy metals. <http://www.internat.naturvardsverket.se/index.html>
- UNECE (2004). The 1998 Aarhus Protocol on Heavy Metals. www.unece.org/env/lrtap/hm_h1.htm
- U.S. Department of Labor (2004). Toxic metals. www.osha.gov/SLTC/metalsheavy/

Norberto I. Schinitman
Master en Educación Ambiental,
Auditor Ambiental, Bioquímico.