

# Incineración de desechos médicos:

## El desfase entre el problema y su solución

por Paul Connett\*

*Mientras el mundo industrializado empieza a deshacerse poco a poco de los incineradores tóxicos, la India se apresta a adquirir estos equipos obsoletos y peligrosos.*

*Desafortunadamente, y no con poca frecuencia, quienes toman decisiones están mal informados; por ello, es crucial que utilicemos todos los medios a nuestro alcance para evitar que envenenen a la población*

### Introducción

La eliminación de los desechos médicos es un problema esencialmente *biológico*: lo que buscamos es reducir al máximo el riesgo del contagio de enfermedades en la comunidad, cuyo origen se encuentra en la dispersión de bacterias y virus provenientes de hospitales e institutos de investigación. Quemar los desechos que producen dichas instituciones resulta a primera vista la solución racional al problema, sin embargo, desde mi punto de vista, representa un desfase entre solución y problema. La incineración a alta temperatura hace que el problema deje de ser biológico para constituirse en un conjunto de problemas *químicos* formidables. La razón es simple: si bien la incineración es capaz, ciertamente, de destruir bacterias y virus, al mismo tiempo cumple la tarea de destruir los materiales con patógenos, esto es: papel, cartón, plástico, vidrio y metal. En este proceso se generan *gases ácidos* (a partir de la presencia de plásticos orgánicos clorados), se liberan *metales tóxicos* (a partir de los pigmentos y sustancias que se le agregan a los productos de papel y plástico, y de otros materiales misceláneos como baterías y termómetros desechados), así como la formación de dioxinas y furanos (a partir de cualquier cantidad de cloro presente en los desechos). Nada de esto es inherente al problema mismo de los desechos médicos; por el contrario, todos son resultado de la supuesta solución.

El hallazgo de que la incineración de desechos médicos es una fuente significativa de las dioxinas que se arrojan al medio ambiente (véase *infra*) y las preocupaciones que esto ha generado, ha hecho que en años recientes se cuente con dos enfoques para resolver el problema de los desechos médicos. Uno de ellos, al que denominaré *enfoque correctivo (back-end)* consiste en reequipar los incineradores de desechos médicos actuales (o construir nuevas instalaciones regionales) con tecnologías más avanzadas para controlar la contaminación del aire. El otro enfoque al que denomino *enfoque preventivo (front-end)*, está en búsqueda de tecnologías (algunas nuevas y otras no tanto) capaces de destruir bacterias y virus, sin que destruyan químicamente los materiales donde se encuentran. Después de presentar la seriedad del problema que representa la emisión de dioxinas, haré una comparación entre estos dos enfoques.

**La incineración de desechos médicos y las dioxinas.** Hoy día la palabra dioxina (o dioxinas) se utiliza para hacer referencia a dos familias de compuestos denominados dibenzodioxinas policloradas (PCDD, por sus siglas en inglés) y dibenzofuranos policlorados (PCDF, por sus siglas en inglés). De un total de 210 compuestos (cuyas diferencias dependen del número y ubicación de los átomos de cloro en sus estructuras) en estas familias, 17 son en extremo tóxicas. Resulta irónico que estas sustancias tan tóxicas se produzcan simplemente al quemar cualquier cosa que contenga cloro, incluidos los desechos médicos.

---

\* El Dr. Paul Connett es profesor asociado de química en St. Lawrence University, Canton, NY 13617, EE.UU. Este artículo se publicó originalmente en *The Ecologist Asia*, v. 5, no. 2, marzo-abril de 1997.

En 1977, Olie y colaboradores<sup>1</sup> descubrieron dioxinas en las emisiones de los incineradores de basura. En 1987, en Alemania, Hagenmaier y colaboradores informaron que los niveles de dioxinas y furanos en la ceniza arrojada por los incineradores de desechos médicos podrían superar en dos órdenes de magnitud al nivel encontrado en las cenizas arrojadas por los incineradores municipales de desechos.<sup>2</sup> En la tabla 1 se muestran las cifras que presenta Hagenmaier *et al.*

En el mes de septiembre de 1994 la Agencia de Estados Unidos para la Protección Ambiental (*USEPA*, por sus siglas en inglés) publicó un informe preliminar que examinaba las fuentes conocidas de dioxinas en Estados Unidos; la conclusión fue que la incineración de desechos médicos era la mayor fuente identificada: 5,100 gr de un total equivalente a 9,300 gr de dioxina tóxica por año.<sup>3</sup>

Se han dado dos explicaciones al por qué los incineradores de desechos médicos producen mayor cantidad de dioxinas y furanos por tonelada de desecho quemado, cuando se les compara con los incineradores municipales. La primera sugiere que los desechos médicos contienen más plástico por volumen (aproximadamente 30% contra 7%) que el desecho que se produce en la municipalidad, y mucho de ese plástico contiene cloro (tal es el caso, por ejemplo del PVC). La segunda sugiere que la comparación se hizo cuando los incineradores municipales contaban con una tecnología mucho más avanzada para el control de la contaminación del aire y los incineradores de desechos médicos no. Además, la operación de los incineradores municipales está a cargo de personal capacitado, mientras que el de los incineradores médicos está generalmente a cargo de personal de intendencia de los hospitales. Es muy probable que ambas explicaciones sean correctas. Sin embargo, quienes hacen hincapié en la primera promueven que los hospitales eliminen el uso de PVC y otros plásticos clorados. En Austria se han establecido hospitales donde no se utiliza ningún tipo de PVC.<sup>4</sup> En la India, la autoridad encargada del control de contaminantes considera establecer como requisito para los hospitales que desean instalar incineradores remover el PVC de sus desechos.<sup>5</sup> Quienes hacen hincapié en la segunda explicación promueven el reequipamiento de los incineradores de desechos hospitalarios con el tipo de tecnología cara y avanzada para el control de la contaminación del aire que utilizan los incineradores municipales modernos. Es muy probable que ambos enfoques contribuyan a reducir (aunque no eliminar) la emisión total de dioxinas que se arrojan al medio ambiente, sin embargo, ninguna, a mi juicio, representa la solución apropiada y efectiva en términos de costo beneficio para el problema fundamental que intenta resolver. ***Dicho de manera simple, la producción de dioxina no es inherente al problema de los desechos médicos.*** Si los desechos no fuesen incinerados, las dioxinas no se producirían. El que haya tecnologías disponibles en el mercado, eficientes en términos de costo beneficio y que permiten manejar los desechos infecciosos sin quemarlos, deberían poner fin a la discusión. Sin embargo, antes de hablar sobre estas tecnologías considero que es importante plantear las limitantes que tiene la estrategia de utilizar equipo caro y avanzado para el control de la contaminación del aire, como es práctica común en Alemania y Holanda.

**Tabla 1<sup>2</sup>**

**Concentraciones de dioxinas y furanos en cenizas provenientes de incineradores municipales y hospitalarios**  
(unidades: ng/g, equivalente a partes por cada mil millones)

<u>Constituyente</u>	<u>Tipo de incinerador</u>	
	<u>Municipal</u>	<u>Hospital</u>
2,3,7,8-PCDD	0.03 - 0.34	1.4 - 3.4
Tetra CDD	0.6 - 7.5	94 - 404
Penta CDD	1.2 - 13.2	208 - 487
Hexa CDD	1.4 - 15.8	271 - 411
Hepta CDD	1.8 - 25.6	189 - 307
Octa CDD	1.9 - 23.1	123 - 245
<b>Total de dioxinas</b>	6.9 - 80.3	1155 - 1737
Tetra CDF	9.0 - 32.1	199 - 376
Penta CDF	10.2 - 38.3	285 - 647
Hexa CDF	8.0 - 31.7	253 - 724
Hepta CDF	3.4 - 15.9	125 - 286
Octa CDF	0.7 - 4.6	25 - 134
<b>Total de furanos</b>	31.3 - 119.5	895 - 2140

*Problemas con el control de la contaminación producto de la emisión de dioxinas (enfoque correctivo).* El control de contaminación más avanzado que se utiliza para reducir la emisión de dioxina proveniente de los incineradores implica inyectar carbón activado y una lechada de cal (hidróxido de calcio) en el flujo de gases que emergen del horno o del cambiador de calor, y la recolección de las partículas resultantes en un filtro hecho de tela (a veces denominado *baghouse*). En ocasiones a éste le sigue un sistema húmedo depurador de gases, antes de liberarlos al medio ambiente. En el caso de incineradores de gran tamaño que operan en zonas donde los óxidos de nitrógeno son un problema (ciudades grandes y aquellas con problemas de inversión térmica), es posible que además requieran de un equipo caro que no emita óxidos de nitrógeno  $NO_x$ .

**El primer problema.** No es suficiente contar con el equipo para el control de contaminantes. También es muy importante contar con el personal calificado encargado de su manejo. A la fecha los hospitales no cuentan con dicho personal. Es por ello que en Alemania ya no se permite la incineración de desechos médicos en los hospitales; más bien hay que enviarlos a los incineradores municipales equipados con tecnología avanzada para el control de la contaminación del aire, cuyo manejo está a cargo de personal calificado.<sup>6</sup>

**El segundo problema.** El equipo de control de la contaminación del aire (CCA) es sumamente caro. En Holanda aproximadamente la mitad de los costos de capital que requiere la construcción de un incinerador de desechos *municipales* nuevo se va a CCA. Por ejemplo, el nuevo incinerador para la ciudad de Amsterdam (2000 toneladas al día) tuvo un costo de \$600 millones de dólares, de ellos, cerca de \$300 millones se gastaron en CCA.<sup>7</sup> Para recuperar el tipo de inversión requerida es necesario que estas instalaciones se hagan cada vez más grandes. Este razonamiento eliminaría el incinerador de desechos en los hospitales, que son comparativamente más pequeños. En Estados Unidos el incinerador de desechos médicos más pequeño quema menos de una tonelada por día y el más grande (en Hampton, Carolina del Sur, una instalación regional) quema de 50 a 100 toneladas al día. Si un hospital pequeño o un instituto de investigación construye un incinerador pequeño por lo general significa que tiene que absorber los costos de capital o conseguir financiamiento por otros medios. Por ejemplo, el Cornell University College de medicina veterinaria está considerando la construcción de un incinerador para quemar de una a dos toneladas de desechos médicos al día (una combinación de animales de laboratorio y desechos médicos controlados). Se espera que el costo total del proyecto sea de 3 millones, sin embargo, esta cantidad la cubre financiamiento proveniente de otra instancia.<sup>8</sup>

**El tercer problema.** No obstante que estos incineradores están equipados con lo más avanzado en CCA, todavía provocan protestas airadas en la opinión pública. Con frecuencia esta oposición es suficiente para detener el proyecto. Por ejemplo, el caso de la Cornell University que mencionamos en el párrafo anterior disparó el debate ambiental más grande que se ha dado en dicha universidad en los últimos años.<sup>8</sup> Al momento de escribir este trabajo, el decano de la universidad había prometido detener el proceso hasta que la población haya tenido la oportunidad de tomar parte.<sup>9</sup> En contraste, las tecnologías que evitan la quema levantan poca ámpula entre la opinión pública.

**El cuarto problema.** No hay forma de que un incinerador reciba vigilancia permanente con respecto a las emisiones de dioxina o metales tóxicos. Para medir la emisión de dioxina es necesario obtener muestras del flujo de gas, pero éstas toman de 5 a 8 horas, además hay que enviar el filtro a un laboratorio, haciendo que el proceso sea costoso y dilatado. Es típico que la vigilancia, si es que hay alguna, sobre la producción de dioxina en los incineradores pequeños sea al azar. De los aproximadamente 5,000 incineradores de desechos médicos que operaban en Estados Unidos en 1993, menos de 20 habían recibido monitoreo de su producción de dioxina.<sup>3</sup> Más aún, los operadores de las instalaciones reciben el aviso de aplicación del monitoreo con un mes de anticipación, por lo que tienen suficiente tiempo para poner en óptimas condiciones su operación y ajustar el flujo de desechos para el momento en que se aplica la medición. La veracidad de que tales medidas son indicativas de la cantidad de dioxina emitida durante las operaciones rutinarias se estira hasta el límite. Básicamente, después de que un incinerador de desechos médicos obtuvo el permiso de operación resulta poco confiable, por lo menos en cuanto a la emisión de dioxina se refiere.

**El quinto problema.** Dado que el CCA hace hincapié en atrapar dioxina en lugar de prevenir su producción, la estrategia descansa en el funcionamiento correcto del control de contaminación del aire y en su cumplimiento. Pero incluso los incineradores modernos no pueden garantizarlo. Por ejemplo, un incinerador de basura en la ciudad de Rotterdam, Holanda, fue equipado con tecnología moderna para el control de la contaminación del aire con un costo de 240 millones. Sin embargo, después de los doce primeros meses de operación con la nueva tecnología, ¡el equipo no se utilizó 10% del tiempo!<sup>10</sup> Cuando examinamos las emisiones estimadas de dioxina de esta planta, antes de que se le instalara el equipo, encontramos que arrojaba 230 gramos al año.<sup>11</sup> Entonces, no utilizarlo 10% significa que se arrojaron unos 23 gr de dioxina al año al medio ambiente de los Países Bajos, que es aproximadamente cinco veces más de lo que dicha nación esperaba que

arrojarán todos los incineradores de basura para el año 2000.<sup>11</sup>

La tabla 2 presenta una lista con las mediciones de dioxina que se practicaron a varios incineradores municipales de Estados Unidos, que contaban con equipo avanzado para el control de la contaminación del aire, tanto antes como después de su instalación. Estas cifras ponen de relieve la confianza que se pone en la captura de dioxinas y lo serio del problema cuando se deja de utilizar el equipo.

**Tabla 2<sup>12</sup>**

**EFICIENCIA DE LA REMOCIÓN DE DIOXINA COMBINANDO LA UTILIZACIÓN DE ATOMIZADOR EN SECO Y FILTRO DE TELA COMO MECANISMO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE**

<u>INSTALACIÓN</u>	<u>TEMPERATURA EN LA ENTRADA FF (°F)</u>	<u>DIOXINA FF-ENTRADA</u>	<u>DIOXINA FF-SALIDA</u>	<u>REMOCIÓN DE DIOXINA % DE EFICIENCIA</u>
Biddeford, ME	277	856	4.45	99.5
	278	866	5.18	99.4
	279	987	3.51	99.6
Commerce, CA	270	281	1.83	87.7
	270	233	25.4	89.1
	270	659	0.99	99.9
	270	446	9.59	94.5
	270	806	3.52	99.6
	270	532	3.12	99.4
	270	1010	1.71	99.8
	270	783	2.78	99.6
Hartford, CT	270	1275	1.39	99.9
	266	819	0.59	99.9
	277	963	ND	100
Marion County, OR	272	43	1.86	95.7
	293	123	3.82	96.9
	301	870	3.36	99.2
Ciudad de Quebec,	280	1954	ND	100
Canadá	283	1574	ND	100
	285	2685	2.52	99.9
	283	1629	ND	100

**El sexto problema.** La emisión de dioxina se incrementa cuando se echa a andar el incinerador o cuando se apaga. La tabla 3 proporciona los ejemplos específicos de las enormes diferencias que esto provoca. **No** es común que se prueben incineradores bajo estas condiciones. La operación típica de los incineradores de desechos médicos implica encendidos y apagados frecuentes.

<b>Medidas de la emisión de dioxina durante el encendido del incinerador MSW en Westchester County, N.Y. Fecha de la prueba: abril de 1985</b>			
<b>Locación: Peekskill, New York</b>		<b>Tecnología: <i>Mass-burn water wall.</i></b>	
<b>Capacidad: 2,250 toneladas por día</b>		<b>Control de contaminación del aire: ESP</b>	
<b>Corrida #</b>	<b>ESP Temp. de entrada en °F</b>	<b>Entrada CDD/CDF Concentración ng/dscm 7% oxígeno</b>	<b>Salida CDD/CDF Concentración ng/dscm 7% oxígeno</b>
Promedio de 12 pruebas (cargas diversas):	452	440	179
Prueba durante el arranque:			
1.	383	13,782	11,080
2.	455	9,082	8,060
<b><u>Promedio</u></b>	419	11,432	9,570

**El séptimo problema.** Hay una gran variación en las mediciones de dioxina día con día y año con año, en una planta específica. Esto pone de manifiesto el problema de la confiabilidad de los resultados de las pruebas poco frecuentes. La tabla 4 proporciona un ejemplo específico del enorme incremento que se alcanzó en un incinerador municipal que opera en Estados Unidos. No resulta claro por qué se dio un incremento descomunal de emisiones en siete años que separan las dos pruebas; sin embargo, una explicación podría ser el deterioro del equipo a lo largo del tiempo. Esto también resalta la necesidad del monitoreo (que es costoso) y del personal capacitado (que es costoso), así como el remplazo frecuente de partes importantes del equipo (que es costoso).

Tabla 4

Cifras correspondientes a la medición de emisión de dioxina en el incinerador MSW de Pinellas County, Florida. Entre la 1a. y 2a. Medición hay siete años de diferencia.

Locación: St. Petersburg, Penellas County, FL      Tecnología: Mass-burn water-wall  
(Martín)  
Capacidad: 3,000 tons. por día      Control de contaminación del aire: ESP

A) PRUEBA ACORDADA PARA LA UNIDAD 3: FEBRERO DE 1987<sup>12</sup>

Corrida #	Temperatura de entrada ESP en °F	Entrada CDD/CDF Concentración ng/dscm 7% oxígeno	Salida CDD/CDF Concentración ng/dscm 7% oxígeno
1.	552	103	163
2.	524	35	79
3.	536	43	127
4.	546	46	82
5.	523	31	50
6.	539	65	97
<b>Promedio:</b>	537	54	100

B) PRUEBA DE 1994 (parte de la revisión hecha por la EPA de Estados Unidos, del incinerador MSW operando con lados calientes ESP)<sup>13</sup>

1.	?	?	1964
2.	?	?	3840
3.	621	?	4400
4.	543 (utilizando un atomizador de agua)	?	1500

**El octavo problema.** Entre más esfuerzos se desarrollan para atrapar metales tóxicos y dioxinas por medio de CCA, la ceniza que vuela y que se recolecta se hace cada vez más tóxica. Esto, a su vez, representa varios problemas. Primero y más importante es que estas cenizas son un riesgo para los trabajadores y otras personas que se encuentran expuestas a dichas cenizas, especialmente cuando se vacía el equipo CCA para su limpieza. Segundo, depositar las cenizas como desecho peligroso (cosa que debería hacerse desde mi punto de vista) agrega otro gasto de operación para las instalaciones. Desafortunadamente, incluso autoridades responsables han permitido hacer cosas extraordinarias con estas cenizas, presumiblemente para reducir costos o evitar la necesidad de construir nuevos depósitos de desechos peligrosos. Por ejemplo, el gobierno holandés ha permitido que ¡35% de las cenizas provenientes de los incineradores municipales se utilice como parte del material de asfalto en sus carreteras!<sup>11</sup>

**El noveno problema.** Una vez construidas, estas instalaciones significan un compromiso financiero de largo plazo (y de muy largo plazo) con una sola opción para manejar los desechos médicos. Durante 20 años o más impide cualquier incentivo para tratar de buscar soluciones más racionales y eficientes, en términos de costo beneficio, para el problema. En consecuencia desvía la atención que se le debería dar a algunos hábitos

inaceptables que han alentado más y más al uso de material desechable en la medicina institucional. Ello evita afrontar el problema. En pocas palabras, se trata de un negocio, pero en un momento en que es evidente que hacer negocios de manera tradicional significa una amenaza para el futuro de nuestra especie en un planeta finito.

*Una estrategia preventiva para el problema de los desechos médicos.* Antes de abordar las tecnologías específicas para manejar los desechos infecciosos es importante que hagamos una revisión de la estrategia total para lograr una solución racional al problema de los desechos médicos. Dividiré la estrategia en varios pasos.

**Paso 1.** El hospital o el instituto de investigaciones debe organizar una reunión para discutir el asunto de los desechos. A ésta deberán asistir responsables administrativos, médicos, enfermeras y el personal. Por lo general las decisiones en la materia las toman la administración junto con consultores, quienes frecuentemente confían demasiado en la tecnología de incineración.

**Paso 2.** Un equipo de investigación debe hacer un análisis para identificar los tipos de desechos generados y si son necesarios o no. En este paso, habrán de considerarse los argumentos que proponen regresar al uso de materiales reutilizables en lugar de los desechables. Los materiales recorren una gama que va de los platos desechables de la cafetería a las jeringas que se utilizan para inyectar a los pacientes.

**Paso 3.** El equipo de investigación debe avanzar en el desarrollo de una política de *casa limpia*, que implica la *separación y clasificación* de los desechos. El asunto más relevante en este sentido es clasificar los desechos no infectados (desechos de papelería de oficina y de la cafetería, por ejemplo) que componen entre 80-85% del total, y luego los *desechos infectados* que sólo constituyen entre 15-20% del total de los desechos.

**Paso 4.** También como parte de la política de casa limpia, el grupo de investigación debe desarrollar una política para *objetos punzocortantes* ; que implica contar con depósitos seguros y perfectamente marcados para su clara identificación. No obstante que estos objetos sólo representan menos de 1% del total de desechos, pueden ser la mayor causa (por encima de 90%) de la transmisión de enfermedades hacia el personal o la población en general.

**Paso 5.** El equipo de investigación debe buscar información con respecto a todas las tecnologías disponibles para el manejo de desechos infectados, tanto en las instalaciones como fuera de éstas. Deben desarrollar una matriz en la que se comparen las opciones en términos de costo y de beneficio al medio ambiente y la sociedad.

**Paso 6.** El equipo de investigación debe desarrollar una matriz similar pero del manejo del *desecho contaminado con patógenos* que se generan en las instalaciones, como partes del cuerpo y cuerpos de animales, entre otros, que por lo general son sólo un pequeño porcentaje del total, pero que no necesariamente pueden tratarse con las tecnologías examinadas en el paso 5.

**Paso 7.** Ya con todas las opciones disponibles, deberá invitarse a los representantes de la *comunidad local* para que se sumen a la discusión y contribuyan a elegir entre las opciones. Hay quienes argumentarán que la participación debe darse desde el paso 1 ó 2.

**Paso 8.** En caso de que exista un desacuerdo serio en cuanto a la opción a elegir, entonces se llega al punto en que, a mi juicio, debe recurrirse a la ayuda externa. Yo estaría por que se otorgara financiamiento, en partes iguales, para hacer un examen detallado de las dos opciones en discusión.

*Tecnologías alternas a la incineración de desechos infecciosos.* Varios grupos han examinado y comparado las tecnologías que no hacen uso de la incineración de desechos infecciosos. Entre estos grupos se encuentran: el *Recycling Council of Ontario* de Toronto, Canadá,<sup>14</sup> la *Citizen's Environmental Coalition* de Albany, N.Y.,<sup>15</sup> un consorcio de 14 hospitales en Minnesota<sup>16</sup> y el grupo *SRISHTI*, en Delhi, India.<sup>17</sup>

Hay tres tecnologías de las que se dispone en el mercado y que a la fecha se utilizan en hospitales de Estados Unidos y Europa, así como en instalaciones no hospitalarias. Se trata de:

1. esterilización (autoclave),
2. trituración y posterior desinfección química, y
3. trituración seguida de calentamiento en microondas.

Dado el alcance de este artículo no profundizaré en ninguna de estas opciones, simplemente me limito a señalar que: a) antes de tomar una decisión hay que hacer un examen detenido de cada una de ellas, y por supuesto antes de optar por la incineración; b) todas ellas satisfacen mi mayor preocupación como químico, a saber, que no tratan de destruir el material donde se encuentran las bacterias y virus, por lo que no producen los formidables problemas químicos que son distintos a los problemas de infección, y c) todas ellas son eficientes en términos de costo beneficio y más baratas que un incinerador de desechos médicos (ubicado en un hospital o región) equipado con lo más avanzado para el control de la contaminación del aire.

**El problema de los desechos patológicos.** Como se mencionó líneas arriba los desechos patológicos (partes de cuerpo y animales de laboratorio, entre otros) no están cubiertos por las tecnologías que no utilizan la incineración. Afortunadamente, en la mayoría de los casos este tipo de desechos representan una porción menor (menos de 1%) del total de desechos provenientes de hospitales e institutos de investigación. Mi recomendación es que se utilicen la mismas técnicas ya utilizadas para manejar cadáveres humanos: la cremación o el entierro. Las únicas medidas que mantendría para la cremación serían: (1) no poner en bolsas plásticas las partes de cuerpo, sino envolverlas en material absorbente hecho a base de celulosa, en cartón grueso o cajas de madera; (2) no quemar cadáveres que han recibido tratamientos a base de isótopos radiados hasta que hayan transcurrido por lo menos 8 períodos medios, y (3) remover los rellenos en dientes que contengan mercurio. El entierro cuidadoso deberá hacerse en sitios detenidamente seleccionados que representen la opción más segura, aunque, ciertamente, esto podría resultar poco práctico en lugares donde el espacio es un problema.

**Conclusión.** Habiendo examinado por un lado los problemas asociados con el manejo de los desechos médicos desde una perspectiva correctiva, es decir, quemarlos en incineradores equipados con lo más avanzado para el control de la contaminación del aire, y por el otro su manejo desde una perspectiva preventiva que implica la reducción, clasificación y uso de tecnologías distintas a la incineración de desechos infecciosos, los argumentos apoyan fuertemente la breve observación de Albert Einstein:

**Una persona inteligente resuelve el problema, una persona sabia lo evita .**

(\*) Dr. Paul Connet es Profesor Asociado de Química en la Universidad de St. Lawrence, Canton, NY 13617. Estados Unidos.  
*The Ecologist Asia*. Vol. 5, Num, 2. March/April 1997.  
Traducción Tlatolli, A.C. México.

## 1. NOTAS

Olie, K.P. Vermeulen y O. Hutzinger (1977). Chlorodibenzo-p-dioxins and Related Compounds are Trace Components of Fly Ash and Flue Gas of Some Municipal Incinerators in the Netherlands, *Chemosphere*, 8, pp. 455-459.

<sup>2</sup>Hagenmaier H., M. Kraft, H. Brunner y R. Haag (1987). Catalytic Effects of Fly Ash from Waste Incineration Facilities on the Formation and Decomposition of PCDDs and PCDFs *Env. Sci. Tech.*, 21, pp. 1080-1084.

<sup>3</sup>US EPA (1994). *Estimating Exposure to Dioxin-Like Compounds*, volúmenes I, II y III. Review Draft. EPA/600/688/OO5C a,b,c.

<sup>4</sup>Green (¿autor o publicación?) (1995). *PVC in Hospitals, Use, Risks and Alternatives in the Health Care Sector*, Vienna (citado en la referencia 15, *infra*).

<sup>5</sup>Chaturvedi B. y R. Agarwal. Comentario personal en carta fechada el 11 de junio de 1996. Se me informó que, con base en las discusiones del "Peer and core group Standards Committee" del Consejo Central para el Control de la Contaminación, "es casi seguro que no se incinere el PVC, sino que sea triturado para luego esterilizarlo o desinfectarlo químicamente". SRISHTI 1001, Antariksh Bhawan 22, Kasturba Gandhi Marg, Nueva Delhi, India 10001.

<sup>6</sup>Lahl, U. y D.O. Reimann (1995). PCDD/F-Emissions of MSWI: A Status Report on Emission Reduction Means in Germany, *Organohalogen Compounds*, 23, pp. 413-417.

<sup>7</sup>Información obtenida durante la visita al incinerador *MSW* en la ciudad de Amsterdam, 14 de agosto de 1996.

<sup>8</sup>Benson, S. (1996). Burning Issue: Vet School's Incinerator for Plans Elicit a heated Discussion about Waste Disposal, *Ithaca Times*, 29 de agosto-4 de septiembre de 1996.

<sup>9</sup>Yaukey, J (1996). Incinerator Critic Blasts Cornell Plan, *Ithaca Journal*, 18 de septiembre de 1996.

<sup>10</sup>A. Schoevers, comentario personal, 10 de agosto de 1996 (Ame Schoevers, Stichting Afval en Milieu, Dr van der Knaaplaan 5, NL 2283 CW Rijswijk, Países Bajos).

<sup>11</sup>H.J. Bremmer *et al.* (1994). *Emissions of Dioxins in the Netherlands*. National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM) y Netherlands Organization for Applied Scientific Research (TNO), febrero de 1994.

<sup>12</sup>**US EPA (1989). *Municipal Waste Combustors - Background Information for Proposed Standards: Post Combustion Technology Performance*. EPA-450/3-89-27c., agosto de 1989.**

<sup>13</sup>**US EPA (1995). *Compilation of MWC Dioxin Data. Attachment 2: MWC Survey*. Office of Air Quality Planning and Standards, 27 de julio de 1995.**

<sup>14</sup>Brown, S.L., D.E. Kjollesdal y M.H. Lee (1992). *Protecting Community Health: 3R's Solutions to Health Care Waste*, Recycling Council of Ontario, 489 College St., Suite 504, Toronto, Ontario. Canadá M6G IA5.

<sup>15</sup>Citizens' Environmental Coalition (1992). *Managing Medical Waste*, CED, Main Office, 33 Central Avenue, Albany, NY 12210.

<sup>16</sup>Minnesota Health Care Partners, Inc. (1992). *Study of Non-Burn Technologies for the treatment of Infectious and Pathological Waste and Siting Considerations*.

<sup>17</sup>Chaturvedi B. y R. Agarwal (1996). *Be Careful with that Cure! A Critical Look at Incineration as a Medical Waste Disposal Method*. SRISHTI, 1001, Antariksh Bhawan 22, Kasturba Gandhi Marg, New Delhi, India 10001.