

La cremación de restos mortales humanos como factor de contaminación ambiental

J. MARCOS R. AGUILAR V. (COORD.)

silenciodelatrinidad07@gmail.com

IGNACIO MARTÍNEZ-BARBABOSA, VÍCTOR MANUEL GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

MARÍA DEL CARMEN GAY FORTEZA, AMIR GÓMEZ LEÓN

Departamento de Atención a la Salud, CBS

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco

JOSÉ LUIS MARTÍNEZ DURÁN

Departamento de Teoría y Análisis, CyAD.

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco

MARÍA CRISTINA SÁNCHEZ MARTÍNEZ

Departamento de Sistemas Biológicos, CBS

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco

PALABRAS CLAVE

Cremación funeraria

Incineración

Contaminación atmosférica

Dioxinas

Furanos

KEYWORDS

Funeral cremation

Incineration

Atmospheric pollution

Dioxins

Furans

El ser humano insiste en desarrollar actividades que devastan los ecosistemas. Su afán depredador oscila entre la consciencia y la inconsciencia, esta última, matizada y falsamente justificada por una aureola de ignorancia. En el breve periodo que va desde su nacimiento hasta su muerte, dualidad perfecta, hereda al futuro contaminantes sólidos, líquidos y gaseosos que trastocan los procesos de caos y organización naturales, resultado de millones de años de evolución. En esa vida que nace después de su muerte, en una pasividad obligada, sea en su inhumación o cremación, el ser humano introduce desamor irreverente en los procesos de la naturaleza que descomponen su cuerpo para incorporarlo en ciclos emergentes vitales, dadores de vida. En la actualidad, en la zona conurbada de Ciudad de México, la cremación de restos mortales humanos no está sujeta a lineamientos para perseverar el equilibrio de la naturaleza, lo cual convierte esta práctica en fuente de contaminantes.

The human being insists on developing activities that devastate the ecosystems. His predatory eagerness oscillates between consciousness and unconsciousness, the latter, nuanced and falsely justified by an aura of ignorance. In the brief period that goes from birth to death, perfect duality, inherits future solid, liquid and gaseous pollutants that disrupt the processes of chaos and natural organization, the result of millions of years of evolution. In that life that is born after his death, in a forced passivity, whether in his burial or cremation, the human being introduces irreverent lack of love in the processes of nature that break down his body to incorporate it into vital, life-giving life cycles. Currently, in the metropolitan area of Mexico City, the cremation of human mortal remains is not subject to guidelines to persevere the balance of nature, which turns this practice into a source of pollutants.



INTRODUCCIÓN

El hombre es victimario de los espacios que habita. Aun en su muerte, con sus ritos y procesos funerarios, continúa siendo factor importante de contaminación a su ambiente. Lo anterior, como resultado de millones de ataúdes de madera tratada o engalanados con plásticos y ornamentos metálicos; de tumbas con concreto reforzado y acero; de químicos empleados para embalsamar los restos mortales, de residuos radiactivos, fármacos, bacterias o virus; de lixiviados cadavéricos resultado de la descomposición o putrefacción de los tejidos orgánicos y de procesos crematorios que involucran la atmósfera. Por lo anterior, el ser humano al morir deposita en el ambiente un cúmulo de elementos contaminantes con implicaciones en el presente y en el futuro, lo que obliga a replantear los paradigmas que sustentan los métodos de inhumación o cremación cadavérica.

CIUDAD DE MÉXICO Y ZONA CONURBADA: TASA DE MORTALIDAD Y COBERTURA FUNERARIA

La Zona Metropolitana del Valle de México tiene una superficie de 7 854 km² y está conformada por Ciudad de México y 60 municipios, uno del estado de Hidalgo y 59 del Estado de México. Cuenta con aproximadamente 22 millones de habitantes, de los cuales, 8 851 080 viven en Ciudad de México. En lo que se refiere a defunciones, la Secretaría de Salud de Ciudad de México registró 43 547.31 y 50 451 decesos anuales, cifra que forma parte de los 101 200 y 102 900 fallecimientos reportados en la zona conurbada. Es importante mencionar que se mantiene la tendencia al ascenso de la tasa estandarizada de mortalidad en Ciudad de México y la Zona Metropolitana considerada como la tercera concentración urbana más grande del mundo y la más grande del continente americano. Los referentes anteriores nos dan la pauta para valorar la dimensión de los contaminantes que generan sus prácticas funerarias, ya sea por medio de la inhumación o la cremación de restos mortales humanos. Cabe decir que en la Ciudad de México y su Zona Metropolitana el porcentaje aproximado de cadáveres incinerados es de aproximadamente 50% del total de defunciones. Esta cifra tiende inevitablemente a aumentar, básicamente como resultado del incremento en los costos de inhumación y



Figura 1 y 2. Fotografías: Pavel Villaruel.



Figura 3. Fuente: <http://manualdelcientifico.blogspot.com/2016/03/mitologia-clasica-en-la-astrologia.html>.

a la falta de espacios en los cementerios, ya que los 118 panteones públicos y privados son insuficientes para la inhumación de los cadáveres. Por eso es innegable que cualquiera de las opciones para el manejo de los restos humanos es fuente de contaminación del ambiente.

CREMACIÓN

La reducción de los restos mortales a cenizas tiene su origen en las prácticas funerarias de los vikingos y bárbaros. Se cuenta con datos que muestran que las primeras cremaciones aparecieron en oriente durante el Neolítico y que, hacia el tercer milenio antes de la era cristiana, declinó esta práctica por el establecimiento de la cultura semita en esa área. En algunas culturas del antiguo Oriente Próximo, la cremación era definida como un acto bárbaro y se recurría a ella para contrarrestar las plagas o en tiempos de guerra, con el fin de evitar que los soldados muertos y sepultados fueran exhumados y sus cuerpos, profanados. En 1797, se planteó la posibilidad de la cremación en los sepelios cristianos, tendencia que comenzó a incrementarse después de 75 años. Milán fue la ciudad que vio nacer el primer crematorio de los tiempos modernos en 1874. Hay que señalar que en los pueblos primitivos la inhumación prevalecía por encima de la cremación como práctica funeraria.

LA CREMACIÓN EN MÉXICO

En el México prehispánico, la cremación ya formaba parte de sus prácticas funerarias. Sin embargo, fue prohibida una vez que se impuso la conquista española. A finales de 1800, la corriente higienista favoreció la incineración, fundamentalmente porque valoraban las exhalaciones tóxicas de los cadáveres, las características de los panteones en la Ciudad de México, la destrucción incompleta del cadáver y la filtración de sus contaminantes hacia el subsuelo. En México, el primer crematorio se inauguró en 1909 en el Panteón de Dolores, en la Ciudad de México.

LOS ARGUMENTOS EN FAVOR DE LA CREMACIÓN

En 1877, el Consejo Superior de Salubridad incineraba los animales muertos para evitar que, a partir de sus emanaciones pútridas y miasmáticas, ocasionaran un problema de salud pública, e incluso para evitar que esos restos se los comieran los indigentes. Dicho consejo también llamó la atención hacia el hecho de que los cementerios generaban emanaciones pútridas o miasmáticas con propiedades tóxicas. Estos llamados incrementaron la aceptación de la incineración cadavérica entre la población. Posteriormente, la teoría bacteriana del origen de las enfermedades influyó para que se elevara el índice de aceptación de esta práctica funeraria, la cual buscaba eliminar los factores pa-

tológicos diseminados por microorganismos. Eran los tiempos en que se pensaba que la incineración era la única solución inmediata para destruir los restos mortales y que con ella se aseguraba la eliminación, por medio del fuego, de los agentes patógenos presentes en ellos.

Al inicio del siglo XX, se aceptaba como verdadera la tesis de que los fallecidos por cólera, tifoidea o viruela implicaban un riesgo para la salud de la población próxima a los cementerios como resultado de la contaminación de mantos freáticos por lixiviados cadavéricos. Esta fue una de las razones que sustentaron con más firmeza la cremación como práctica funeraria, ya que se afirmaba que si se incineran los restos mortales de quienes fallecen por las patologías mencionadas, se evita que las aguas se contaminen y se filtren al subsuelo, eliminando así el riesgo de epidemias. Ya en la primera década de 1900, Nájera afirmaba:

Al caer el agua pluvial sobre el suelo del cementerio (que generalmente se ubicaba en un lugar alto) se absorbe, se filtra y busca siempre su nivel, va a salir a un punto donde pueden tomarla los vivos. Esta agua es natural suponer lleva elementos de putrefacción y gérmenes malignos perjudiciales.

Otro factor que favoreció el incremento de las cremaciones fue el hallazgo de restos esqueléticos y huesos completos que habían sido inhumados entre 20 y 25 años antes. Esto demostraba objetivamente que el periodo de inhumación exigido por la ley no era suficiente para la desintegración de los cadáveres. Los expertos de la época vinculaban este descubrimiento de cuerpos incompletamente destruidos con la emergencia de epidemias y epidemias en la Ciudad de México.

Además de las justificaciones clínico-biologicistas para decidirse por la cremación cadavérica, otro elemento en apoyo a esta opción fue el hecho de que los panteones requerían más superficie, fundamentalmente por el mismo crecimiento de la población. La lógica era sencilla: a más población, más porcentaje de fallecimientos y, por ende, más superficie de cementerios requerida. Finalmente, el conocimiento de la capacidad purificadora del fuego, siempre respondiendo a la visión de viejos mitos paganos, favorecía aún más la tendencia de justificar

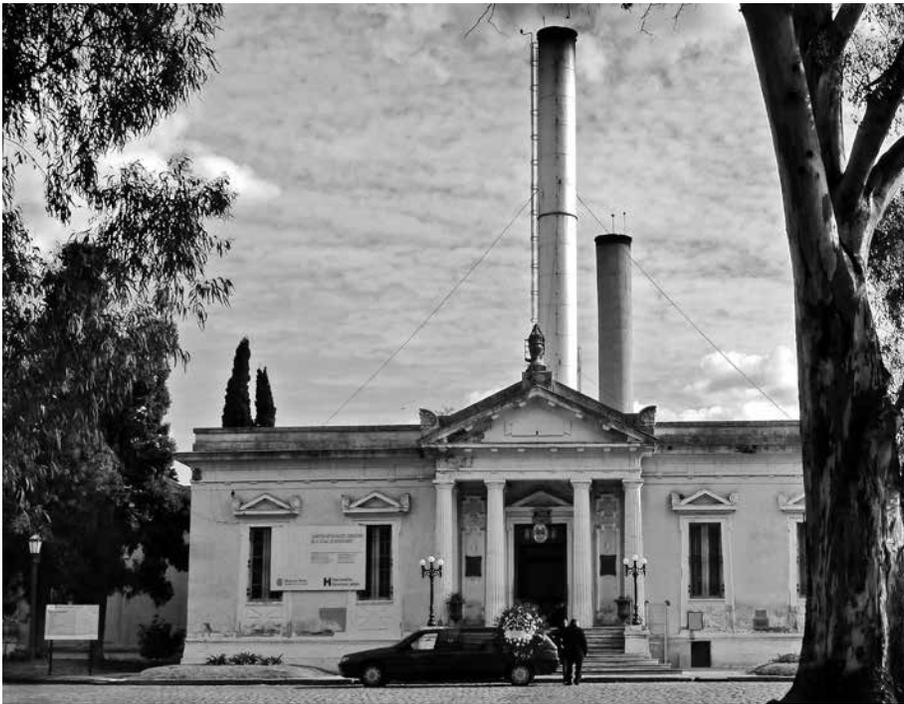


Figura 4. Cementerio y crematorio chacarita. Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/ID_276_Crematorio_Cementerio_Chacarita_0749.jpg.

la incineración de los restos mortales. Por último, otra razón de que se incrementaran las solicitudes de incineración fue su costo, sensiblemente menor que el que implica todo el proceso de inhumación.

LAS RAZONES EN CONTRA DE LA CREMACIÓN

El rechazo a la cremación se ha fortalecido por motivos religiosos, legales y antropológicos. Uno de los argumentos religiosos para el rechazo de esta práctica funeraria fue considerar que atenta contra el espíritu del versículo bíblico citado en el Génesis 3:19, que a la letra dice:

Comeréis vuestro pan con el sudor de vuestro rostro hasta que volváis a la tierra de donde habéis salido, porque no sois más que polvo y en polvo os convertiréis.



Figura 5. Fotografía: Pavel Villaruel.

En lo que se refiere a los legistas, sus esfuerzos por rechazar la cremación se fundaban en la posibilidad de que con la calcinación de los restos mortales humanos se eliminaran evidencias necesarias para algunos procedimientos legales. Por su parte, los antropólogos basaban su negativa en la certidumbre de perder materiales valiosos para el estudio de los aspectos biológicos y sociales del hombre.

LA CREMACIÓN COMO FACTOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

La presente revisión contempla contaminantes atmosféricos que son resultado de la incineración conjunta del cadáver y el ataúd, sea este de madera o metálico con ornamentos metálicos, de tela y plástico. Esta práctica —a diferencia de lo que sucede en México, donde sólo se incineran los restos mortales— es obligatoria en algunos países. La decisión de incluir el binomio restos mortales-ataúd se debe a que el comportamiento de los vientos hace que los contaminantes no reconozcan fronteras entre regiones, por lo que es posible que los resultados de un proceso de incineración emitidos en un país involucren espacios más amplios.

La incineración de restos mortales humanos degrada la atmósfera como consecuencia de las sustancias que esta práctica funeraria vierte en ella. Como señalamiento necesario, se subraya que los avances en la tecnología de las recientes instalaciones incineradoras solamente reducen, pero no eliminan, los contaminantes ambientales que son resultado de la incineración de restos cadavéricos humanos.

El perfil contaminante depende del tipo de combustión que resulte, completa o incompleta. Además, una tercera posibilidad de contaminación por incineración de restos cadavéricos consiste en la permanencia en la atmósfera de metales preexistentes en los cuerpos por cremar. Se debe resaltar que los contaminantes que son resultado de la incineración de restos cadavéricos afectan la salud de los seres humanos. Entre ellos, las dioxinas y furanos son los de más peligrosidad.

COMBUSTIÓN COMPLETA

Este tipo de combustión debe realizarse en presencia de bastante oxígeno y a una temperatura adecuada. Esto resulta en la formación de dioxinas a partir de productos tratados con cloro, como los plásticos de

los ataúdes y de las prótesis de los difuntos. Además, los restos cadavéricos humanos también contienen porcentajes de clorina y, como resultado de la cremación, se generan dioxinas que se incorporan a las partículas de hollín, las cuales se suspenden en el aire y son dispersadas desde el sitio de incineración hasta los pulmones y la sangre de los pobladores, no solo de los alrededores al incinerador.

Las dioxinas se incorporan en la estructura orgánica de animales y humanos por el hecho de que son partículas pesadas que se depositan en tierra, lo que hace posible que la hierba contaminada entre en la cadena alimenticia y sea consumida por los seres humanos, quienes las almacenan en las grasas de su cuerpo. Las dioxinas se caracterizan por ser bioacumulativas no biodegradables, fundamentalmente por su estabilidad química y fijación en el tejido graso, donde permanecen almacenadas entre siete y once años. Por esto se les considera como contaminantes ambientales persistentes. Estos compuestos poseen una elevada toxicidad que puede comprometer los procesos de reproducción y desarrollo en humanos, lesiones cutáneas y hepáticas. Asimismo, en su desarrollo y funciones involucran los sistemas inmunológico, nervioso y endocrino. Se ha citado que la tetraclorodibenzo-p-dioxina, es la dioxina más tóxica, y se le ha vinculado con su capacidad de producir cáncer en humanos. Sin embargo, no compromete material genético y su nivel de exposición es mínimo, por lo que su riesgo cancerígeno es casi insignificante. Paradójicamente, el nivel medio de dioxinas en el cuerpo humano no sirve para inmunizarlo, mientras que las concentraciones superiores a la media comprometen la salud.

COMBUSTIÓN INCOMPLETA

El monóxido de carbono, la volatilización de metales o su deposición sobre el hollín que se emite a la atmósfera son responsables de los contaminantes mercurio, cadmio y plomo.

Lo anterior, por cualquiera de las dos posibilidades de combustión, completa o incompleta, y por la volatilización de metales preexistentes en los cadáveres. Estos procesos emiten contaminantes atmosféricos que comprometen las condiciones de salud del humano, lo cual se refleja en los índices de morbilidad y mortalidad, de for-

ma importante, en las poblaciones más vulnerables como son los infantes, las gestantes, personas de la tercera edad y con afecciones crónicas. Entre los principales contaminantes medioambientales que resultan de la incineración cadavérica están los siguientes:

- Materia en forma de partículas
- Compuestos gaseosos: óxidos de nitrógeno, cloruro de hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono
- Metales: cadmio, plomo, mercurio, cromo, arsénico y berilio
- Compuestos orgánicos: dioxinas y furanos, policlorobifenilos e hidrocarburos policíclicos aromáticos

MATERIA EN FORMA DE PARTÍCULAS

De acuerdo con su tamaño, las partículas de materia se clasifican de la siguiente manera.

1. Pequeña: diámetro inferior a 2.5μ
2. Mediana: diámetro entre 2.5 y 10μ y
3. Grande: diámetro superior a 10μ

Cuando durante la cremación la combustión no se completa de los ornamentos del ataúd y de los restos de los difuntos, se desprenden polvo, hollín y ceniza. Algunas de estas partículas son consumidas durante la poscombustión y otras ascienden a la atmósfera. De estas, las partículas más grandes de diez micrómetros son aspiradas por las fosas nasales, las cuales son menos peligrosas para las personas. Las partículas de más agresividad son las que tienen una dimensión de entre diez y un micrómetro, que son absorbidas por la tráquea. En el caso de las partículas de menos de un micrómetro, llegan a los pulmones y a los bronquios. La exposición a la materia en forma de partículas a corto plazo en los ancianos genera irritación y constricción pulmonar, lo que determina que curse por problemas respiratorios, tos crónica y asma. Las poblaciones más vulnerables y con mayor riesgo son los niños menores de 5 años, particularmente los lactantes, adultos mayores de 60 años, enfermos del sistema cardiovascular y quienes padecen enfermedades respiratorias crónicas. Asimismo, en la literatura científica se asocia la exposición crónica de materia particulada con una reducción en las expectativas de vida media en la población expuesta a estos contaminantes.

COMPUESTOS GASEOSOS

Entre los compuestos gaseosos que son resultado de la incineración cadavérica, están los óxidos de nitrógeno, cloruro de hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono.

Óxidos de nitrógeno

Los óxidos de nitrógeno son producto del proceso de combustión cadavérica en presencia del nitrógeno, el cual se encuentra en la atmósfera. Estos incluyen el monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂).

Aunque el NO es el elemento que más se produce como resultado de las actividades incineradoras, no ocasiona daño a la población cercana a la fuente de emisión. El compuesto que afecta la salud humana es el NO₂ que resulta de la oxidación acelerada del monóxido de carbono por medio de dos vías: directa o indirecta. La primera sucede cuando es inhalado y tiene contacto con el sistema respiratorio sin mediadores. Por esta vía, por ser hidrosoluble, el NO₂ al inhalarse se absorbe en las mucosas respiratorias altas y bajas, convirtiéndose en HNO₂ y HNO₃, los cuales comprometen tejido pulmonar y extra pulmonar. La vía indirecta resulta de la formación fotoquímica del ozono troposférico, un contaminante secundario con efectos respiratorios más severos que los que resultan del contacto con el NO₂. Hay que recordar que el cuerpo humano también es fuente de nitrógeno en una cuarta parte de su estructura total.

Cloruro de hidrógeno

Resulta, fundamentalmente, de la combustión de los plásticos incorporados en los ataúdes, además de las prótesis que no hayan sido separadas de los restos mortales antes de su incineración. El Departamento de Ciencias de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Florida, reporta que por cada 0.453592 kilogramos de plástico tratado con cloro incinerados, resultan 0.55 libras de cloruro de hidrógeno vertidas en el ambiente. El cloruro de hidrógeno, al ser inhalado, lesiona los pulmones, lo cual genera tos crónica y una importante reducción de la función respiratoria, en especial en poblaciones pediátricas. También a partir de concentraciones de 5 ppm actúa como irritante de la conjuntiva y las membranas mucosas. Como respuesta orgánica a mayores niveles

y en forma reiterativa, se presentan epistaxis, gingivorragias y ulceraciones bucales. En exposiciones severas, puede desencadenar la acumulación de líquidos en los pulmones y complicar así su actividad respiratoria. Otra faceta del cloruro de hidrógeno es su gran capacidad corrosiva, lo que ocasiona irritación en los ojos y quemaduras que resultan en daño ocular permanente. En el caso de la estructura dentaria, se han reportado decoloraciones y erosiones del esmalte. A pesar de esta información, hay pocos trabajos sobre su toxicidad.

MONÓXIDO DE CARBONO

El monóxido de carbono es un gas venenoso, incoloro e inodoro, que resulta de la combustión incompleta del carbono como resultado de su insuficiente oxidación a CO₂. El volumen de emanaciones de este compuesto puede reducirse si se asegura que el proceso de combustión se lleve a cabo con bastante oxígeno y en temperatura adecuada. En niveles contaminantes, el monóxido de carbono disminuye la capacidad de oxigenación de la sangre, lo cual afecta los sistemas respiratorio, cardiovascular y nervioso. Asimismo, interfiere con la oxigenación fetal transplacentaria y, cuando su exposición es de largo plazo, ocasiona daño cerebral. Algunos de los síntomas por exposición al monóxido de carbono son vértigos, náusea, fatiga y disminución del control muscular. Los sectores de la población más susceptibles de enfermarse al exponerse al monóxido de carbono son las mujeres embarazadas y los fetos, los recién nacidos, las personas de más de 65 años de edad, cardiopatas, broncopatas crónicos y pacientes anémicos.

Dióxido de carbono

El Instituto de Catálisis y Petroquímica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España ha reportado que el cuerpo humano emite aproximadamente 27 kilogramos de dióxido de carbono como resultado del proceso de su incineración.

Dióxido de sulfuro

El dióxido de sulfuro (SO₂) perjudica el sistema respiratorio y afecta permanentemente los pulmones. En los ataúdes y restos mortales incinerados hay óxidos del sulfuro. El cuerpo humano contiene sulfuro, que es el octavo elemento más abundante en su composición. Al igual que los óxidos de nitrógeno,

el dióxido de sulfuro es uno de los constituyentes de la lluvia ácida.

METALES

Como resultado de la incineración de restos mortales, también hay metales en el ambiente metales, entre ellos, cadmio, plomo, mercurio, cromo, arsénico y berilio.

Plomo y cadmio

Ambos metales se encuentran presentes en el cuerpo humano así como en el ataúd empleado durante la cremación y cuando contaminan al polvo negro resultado de la incineración, por medio del humo se depositan en la superficie de objetos y cuerpos, con lo que se vuelven aún más letales. El cuerpo humano contiene aproximadamente 120 mg de plomo, el décimo noveno elemento en cantidad. Además, el cuerpo humano contiene aproximadamente 50 mg de cadmio, su vigésimo segundo elemento constitutivo.

El plomo es uno de los metales más tóxicos para el ser humano, que puede incorporarlos por medio de los alimentos, el agua o el aire. El menor porcentaje (15%) se incorpora por medio del aire. Cuando los niveles de plomo son elevados, pueden generar daño cerebral, cólicos abdominales, pigmentación de la piel, lesiones al sistema nervioso y parálisis, además de modificar la química sanguínea y, en algunos órganos, actúa como factor cancerígeno. Los pacientes más vulnerables al envenenamiento por plomo son las mujeres, quienes reaccionan con trastornos en sus ciclos menstruales. También se observa un incremento importante de las posibilidades de aborto. En los casos de embarazos, se presenta una circunstancia doble. La primera es el hecho de que los fetos son más susceptibles que la madre al envenenamiento por plomo. Paradójicamente, los fetos protegen a la madre de los efectos lesivos del metal. El plomo también está presente en pigmentos, barnices y vidrios incorporados en los ataúdes. Otros de sus efectos indeseados son la disminución de la hemoglobina y el número de eritrocitos en el torrente sanguíneo, hipertensión arterial, daño renal, incremento de las determinantes de aborto y disminución de la fertilidad en el hombre. En el caso de los niños, se observa que tienen mayor capacidad de absorción de dicho metal que los adultos y, por tanto, son más susceptibles al envenenamiento. En los menores que están en esta condición, se

aprecia deterioro de su capacidad de aprendizaje, comportamiento y concentración. En el caso del feto, la placenta funciona como canal de difusión del plomo, ocasionando daños en el sistema nervioso y las estructuras cerebrales.

Por su parte, el cadmio es un metal raro que se encuentra en cantidades pequeñas en aleaciones de latón y soldaduras, así como en los plásticos que se emplean en la fabricación de los ataúdes. Sus efectos nocivos a corto plazo incluyen convulsiones, náusea y vómitos. Cuando la exposición a este metal es larga, se afectan irreversiblemente pulmones, riñones, hígado y huesos. Asimismo, se presentan diarreas, dolor de estómago, vómitos severos, fractura de huesos, trastornos de la reproducción, infertilidad, daños en el sistema nervioso central y el sistema inmune, desórdenes psicológicos, posible daño en el ADN y desarrollo de cáncer.

Mercurio

Este metal y sus compuestos son muy tóxicos, aún en dosis pequeñas. El mercurio es el trigésimo sexto elemento más abundante en el cuerpo humano, del que se desprende durante la cremación. La literatura especializada sobre este elemento reporta que está presente en una proporción superior a 0.5 gramos en las amalgamas dentales. Como resultado de las altas temperaturas de la incineración, el mercurio presente en los empastes dentarios se volatiliza. Esto se suma al mercurio presente en el cuerpo que, al transformarse en ceniza, se incorpora en la atmósfera. En estos casos, la literatura científica reporta hallazgos de hasta 200 microgramos por metro cúbico. Las complicaciones orgánicas por contaminación de mercurio son severas aun, como ya se mencionó, en pequeñas cantidades. Como consecuencia de esto, se ven afectados riñones, cerebro, pulmones, ojos, piel y el sistema nervioso central. Además, se modifica el balance de las bacterias intestinales con los compuestos antibióticos presentes en los organismos humanos en condiciones naturales. El mercurio también altera los procesos de fertilidad.

Cromo

Este metal puede ser comido, bebido, respirado o incorporado en el organismo a través de la piel. Su concentración en el aire y en el agua es generalmente baja. La carencia del cromo III, necesario para el buen funcio-

namiento del cuerpo humano, provoca alteraciones cardíacas, metabólicas y diabetes. Su exceso, genera erupciones cutáneas. En lo que se refiere al cromo IV, al ser respirado, genera irritación y sangrado de nariz, así como erupciones cutáneas, malestar de estómago, úlceras, problemas respiratorios, debilitamiento del sistema inmune, daño en los riñones y el hígado, alteración del material genético y cáncer de pulmón.

Arsénico

El arsénico inorgánico es uno de los elementos más tóxicos. El contacto con este elemento puede darse por medio de los alimentos, el agua y el aire. El resultado de lo anterior puede ser desde irritación del estómago y los intestinos, disminución en la producción de células sanguíneas, cambios en la coloración de la piel e irritación de los pulmones, hasta la posibilidad de desarrollar cáncer de piel, pulmón o hígado. Cuando la intoxicación de las mujeres es elevada, puede ocasionar infertilidad y abortos, afecciones de la piel, reducción de resistencia a procesos infecciosos y complicaciones cardíacas. Las lesiones de tejidos cerebrales y daños en el ADN pueden presentarse tanto en hombres como en mujeres. En cuanto al arsénico orgánico, este no puede afectar el ADN y provocar cáncer. Sin embargo, cuando la exposición es prolongada, puede ocasionar lesión de nervios y dolores de estómago. La actividad humana ha alterado el ciclo del arsénico, metaloide que al combinarse con el oxígeno constituye un veneno agresivo que en grandes cantidades se incorpora en el ambiente y en organismos vivos. Además, el arsénico no se encuentra de manera estacionaria en un sitio delimitado, lo cual es positivo en términos de contaminación. Sin embargo, las condiciones se complican porque este elemento se esparce con facilidad. Ya en el ambiente, no puede destruirse, por lo que se dispersa y afecta a los seres humanos y a los animales. En la industria funeraria, el óxido de arsénico se utiliza en la elaboración de vidrio, y los sulfuros de arsénico se emplean como pigmentos. La toxicidad de los compuestos del arsénico varía, pero por lo general los inorgánicos son más tóxicos que los orgánicos.

Berilio

El berilio se incorpora al aire, el agua y el suelo por mecanismos naturales y actividades humanas, fundamentalmente, la produc-

ción de metales. También está presente en pequeñas partículas de polvo suspendidas en el aire. El berilio metálico se emplea con frecuencia en aleaciones con cobre, además de ser uno de los metales más tóxicos que se conoce. Ocasiona lesiones en los pulmones que pueden derivar en neumonía, afecta el corazón y causa reacciones de hipersensibilidad en personas con niveles elevados de sensibilidad a químicos. En algunos casos puede ocasionar la muerte. También existen reportes de que el berilio incrementa las posibilidades de desarrollar cáncer y daña la estructura del ADN. Hay que mencionar que la literatura consultada no evidencia modelos experimentales que soporten su relación con el cáncer y con la modificación de las estructuras de ADN.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

Dioxinas

Las dioxinas o policloro-dibenzo-paradioxinas y los furanos o policloro-dibenzo-furanos se encuentran en cualquier parte de la tierra, ya que la dispersión atmosférica es su principal vía de difusión. Durante la combustión de restos mortales humanos pueden formarse dioxinas, las cuales son contaminantes ambientales persistentes con un elevado grado de toxicidad en el tejido adiposo de los menores de entre 7 y 11 años. Las dioxinas resultan de quemar los materiales tratados con cloro, como los plásticos, cuya presencia es frecuente en los revestimientos interiores de los ataúdes. Muchos restos humanos también tienen prótesis de plástico, además de la clorina presente en los líquidos extracelulares. Cuando en el proceso de cremación se forman dioxinas, estas se pueden trasladar en las partículas de hollín desde el sitio de incineración hasta los pulmones y la sangre de la población próxima a los crematorios. Cuando las dioxinas se depositan por su propio peso en la tierra, entran en contacto con la hierba. Esto les permite incorporarse en la cadena alimenticia de tal manera que, en una de sus fases, pueda ser consumida y almacenada en la grasa del cuerpo. Contradictoriamente, las dioxinas en un nivel medio sirven para inmunizar el cuerpo de los humanos; sin embargo, en concentraciones superiores a la media, afectan el hígado, el riñón y el aparato digestivo. En concentraciones más altas, estos componentes son factores predisponentes de cáncer, abortos y defectos congénitos. Las

dioxinas y los furanos causan diversas afectaciones, entre las que destacan el cáncer, alteraciones en el desarrollo fetal e infantil, disrupciones hormonales, disminución de la función reproductora, enfermedades del sistema inmunológico, hígado, corazón, piel, sistema nervioso y fatiga.

CONCLUSIONES

Al morir y ser incinerado, el ser humano produce un cúmulo de elementos contaminantes con repercusiones presentes y futuras. Esto obliga a replantear los paradigmas que sustentan los métodos de cremación. Es importante subrayar que, como resultado del desarrollo de nuevas técnicas de estudio de los contaminantes ambientales revisados en el presente trabajo, además de diversos estudios epidemiológicos, es posible afirmar que los niveles de concentración de contaminantes que se consideraban seguros, actualmente se tiene la certeza de que son de alto riesgo para la salud humana.

Uno de los resultados de esta revisión es que la incineración de restos humanos con sus consecuencias contaminantes tiene varios orígenes, entre ellos, la carencia de normas que regulen, a partir de los intereses de la salud pública, los rituales y procesos funerarios; la inexistencia de políticas de comunicación social o educativas para crear conciencia colectiva de los efectos negativos de la incineración de sus difuntos; la mínima existencia de proyectos nacionales de reordenación urbana, que incorporen procedimientos y políticas necesarias para la planeación, radicación y evaluación de los cementerios en relación con sus potencialidades contaminantes; la reducida existencia de tecnología de punta, en lo correspondiente a plantas incineradoras con bajas emisiones contaminantes; la inexistencia en México de tecnología para medir el perfil contaminante de las descargas de las plantas incineradoras; el poco interés por parte de la comunidad científica mexicana para desarrollar proyectos de investigación sobre el impacto del manejo de restos mortales — sea inhumación o incineración— en el ambiente, incluyendo sus organismos vivos, y el mínimo interés de los sectores público y privado para observar y desarrollar prácticas funerarias que estén en equilibrio con la naturaleza. A lo anterior hay que añadir que la solución de los problemas planteados en el presente artículo, como resultado de la

contaminación atmosférica por incineración de restos cadavéricos, radica y se centra en la prevención, es decir, es necesario nulificar los procedimientos de incineración de restos humanos que, al inhumarlos, pierden sus efectos nocivos. Diversos autores (Luna et al., 2012; Micozzi, 1991; Haglung y Sorg, 1997 y 2002), coinciden en que la inhumación de cadáveres a no más de 1.20 metros de profundidad, en suelos que se saturan intermitentemente de humedad, son los que presentan más rapidez y grado de destrucción orgánica sin comprometer el ambiente. Lo anterior se ve favorecido si en el sedimento hay concentraciones de oxígenos elevadas. Otros factores que orientan hacia la instalación de un cementerio ecológico es que las fosas donde se deposita el cadáver no deben construirse con acero, cemento o materiales que no sean biodegradables. Asimismo, los cadáveres deben depositarse en un ataúd ecológico y sin vestimentas sintéticas o accesorios metálicos.

FUENTES CONSULTADAS

- Aries P. (2000). *Historia de la muerte en Occidente: desde la Edad Media hasta nuestros días*. Traducción Carbajo F., Perrín R. Barcelona: El Acanalado.
- Beltrán B. (1893). *La cremación a la luz de la higiene*. Tesis recepcional. México: Escuela Nacional de Medicina, 1-64.
- Decreto 313 de Alcalde Mayor (2006). Plan Maestro de Cementerios y Servicios Funerarios para el Distrito Capital-PMCSF. El Alcalde Mayor de Bogotá, D. C.
- Haglund WD, Sorg MH. 1997. *Forensic taphonomy: the post-mortem fate of human remains*. Boca Raton: CRC Press.
- Haglund WD, Sorg MH. 2002. *Advances in forensic taphonomy: method, theory, and archaeological perspectives*. Boca Raton: CRC Press.
- Luna, L. Aranda, C. Solana, Guraieb. Kullock, T. Salvarredy, A. Pappalardo, R. Miranda, P. Noriega H. 2012. Factores de preservación diferencial de restos óseos
- Martínez Cortés F. De los miasmas y efluvios al descubrimiento de las bacterias patógenas. Los primeros cincuenta años del Consejo Su-

perior de Salubridad. Bristol-Myers. Squibb de México, S.A de C.V. 1993. México.

- Martínez AJ. (2005). *El Ecologismo de los Pobres. Conflictos Ambientales y Lenguajes de Valoración*. Barcelona: Icaria.
- Peluso F, Vives L, Varni M, Cazenave G, González Castelain J, Usunoff E. (2006). Evaluación preventiva espacial del riesgo sanitario por la instalación de un cementerio parque. *GeoFocus* (Informes y comentarios), nº 6, 1-14.
- Ramos V. M. Mariblanca, Ávila RME, Miriam G, Chiapas CMG, González AMA, Pérez D. L. (2002). La cremación. Un capítulo en la salud pública. *Gaceta Médica Mexicana*, 138(6), 581- 586.
- Spongberg A L, Becks P. (2000). Organic contamination in soils associated with cemeteries. *Journal of Soil Contamination*, 9(2), 87-97.
- Villa P. E. (2002). *Creencias y prácticas del morir, cambios en los ritos fúnebres de la vida contemporánea*. *Credencial Historia*. Ed 155. Bogotá: Credencial y Publicaciones Periódicas Ltda.
- humanos contemporáneos de la “Colección Chacarita” (Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina) *Revista Argentina de Antropología Biológica*.
- Micozzi M. 1991. Postmortem change in human and animal remains. A systematic approach. Springfield, Illinois: Charles C. Thomas.