



ACADEMIA DE FARMACIA DE GALICIA

Discurso de ingreso como
Académica Correspondiente

GESTIÓN DE RESIDUOS Y SALUD AMBIENTAL. UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA

DRA. DÑA. MARÍA TERESA BARRAL SILVA

La presentación será a cargo del
Académico de Número:

ILMO. DR. D.
FRANCISCO DÍAZ-FIERROS VIQUEIRA



Santiago de Compostela
7 de noviembre de 2018

© María Teresa Barral Silva y Academia de Farmacia de Galicia.

Imprime y edita: NINO-Centro de Impresión Digital.
Rosalía de Castro, 58.
Santiago de Compostela.

Maquetación: Miguel A. Suárez.

ISBN: 978-84-948717-7-1

Depósito Legal: C 1988-2018

*Having a healthy environment is crucial for human health,
and for all of us to cope with the future of this planet*

*Dispoñer dun medio ambiente san é crucial para a saúde humana
e para que entre todos podamos facer fronte ao futuro deste planeta*

Sylvia Earle
Bióloga mariña e exploradora
Premio Princesa de Asturias da Concordia 2018

Ao meu fillo Miguel.

ÍNDICE

DISCURSO DE PRESENTACIÓN	7
DISCURSO DE INGRESO.....	13
1. Prólogo	13
2. Introducción.....	17
3. De la gestión de residuos en los tiempos antiguos.....	18
4. De la Edad Media y Moderna. Surge la necesidad del saneamiento.....	22
5. De los efectos de la Revolución industrial y los inicios de la higiene pública en la Edad Contemporánea.....	29
6. Iniciado el siglo XX surge el “problema de las basuras”.....	38
7. Desarrollo económico y producción de residuos en el siglo XX: del paradigma sanitario al paradigma ambiental	44
8. La actualidad de la gestión de residuos y de su relación con la salud.....	51
9. La economía circular: ¿el nuevo paradigma del siglo XXI?	58
10. Referencias	59

***DISCURSO DE PRESENTACIÓN POLO
ACADÉMICO DE NÚMERO ILMO. DR. D.
FRANCISCO DÍAZ-FIERROS VIQUEIRA***

***PARA O INGRESO DA DRA. DNA. MARÍA
TERESA BARRAL SILVA COMO ACADÉMICA
CORRESPONDENTE DA ACADEMIA DE
FARMACIA DE GALICIA***

Excelentísimo Sr. Presidente da Academia de Farmacia de Galicia,
Excelentísimos Académicos, autoridades, miñas donas e meus señores,

Dona María Teresa Barral Silva chega á Universidade de Santiago de Compostela para estudar a licenciatura de Bioloxía no ano 1974. Procedía da Coruña, onde cursara con notas excelentes o ensino secundario e o primeiro ano da licenciatura no recentemente creado Colexio Universitario. Inicia a súa preparación universitaria nun momento no que o mundo estaba a cambiar dun xeito bastante radical: a crise do petróleo, que obrigou a reducir os orzamentos da maioría dos Estados, determinou que os que se dedicaban á ciencia diminuísen dun xeito xeneralizado. Por outra parte, os seus usos comezaban a ser criticados sobre todo pola súa aplicación na carreira de armamentos, o que derivou nunha maior demanda no control das súas aplicacións que, cada vez máis, se foron orientando cara ás necesidades reais da sociedade. A ciencia deixaba de ser

autónoma e pouco a pouco pasaba a depender das directrices económicas dos gobernos.

Tamén foi a época na que a nova conciencia ambiental comezaba a manifestarse nos sectores máis críticos da sociedade, con eventos tan simbólicos e significativos como a publicación da *Primavera Silenciosa* de Rachel Carson en 1962, o Día da Terra en USA en 1970 e, sobre todo, o Cumio de Estocolmo do ano 1972 que deu orixe, no resto da década e por todo o mundo occidental, a numerosas actividades na defensa do medio ambiente. Tamén en España e, por suposto, en Galicia chegaron as resonancias deste movemento global e se creaban en 1975 a Sociedade Galega de Historia Natural e ADEGA.

Os anos universitarios de María Teresa Barral coincidiron con este agromar da sensibilidade ambiental galega e estou certo de que a súa dedicación aos estudos superiores foi compartida cunha mirada aberta e intelixente cara a estes novos desafíos. Se os seus futuros traballos de investigación sobre o medio natural galego e, fundamentalmente, sobre a calidade ambiental e sanitaria de solos e augas tiveron esta orientación, en boa parte foi polo coñecemento e vivencia directa destes momentos fundacionais da conciencia ambiental galega.

María Teresa Barral, ou se queredes mellor, Maite, como a coñecemos os seus amigos, conclúe os estudos de Bioloxía no ano 1978 e catro despois, os de Farmacia. En todos eles demostrou unha capacidade e rendementos excepcionais que a distinguiron co Premio Extraordinario de Licenciatura en Bioloxía da USC e o Premio Nacional de terminación de estudos do INAPE. Rematadas as dúas carreiras e diante da decisión de ter que escoller o seu futuro profesional, non tivo dúbidas en orientarse cara á carreira docente e investigadora universitaria. Se hoxe esta decisión ten un *plus* de risco e xenerosidade dada a incerteza que a envolve, daquela non era

menos, pois as restricións económicas do momento non anunciaban tempos fáciles para estas actividades. Aínda así, decidiuse polo equipo dirixido polo profesor Francisco Guitián Ojea na Facultade de Farmacia, para iniciar a súa formación na especialidade de Edafoloxía, na que realizou a súa tese de doutoramento.

Desde aquela, a súa dedicación foi constante: primeiro, atendendo as necesidades docentes duns plans de estudo que nun desacougante, irreflexivo e permanente cambio, obrigaban a unha continua actualización e adaptación do profesorado. Despois, asumindo e dirixindo as tarefas investigadoras que demandaban os numerosos proxectos de investigación dos que se responsabilizaba o departamento e, finalmente, practicando un impagable labor de titoría co persoal que se achegaba aos laboratorios de edafoloxía para realizar teses, tesañas, traballos de fin de carreira, etc.

Nos trinta anos que transcorreron desde que Maite Barral realizou o seu doutoramento ata hoxe, pasou por todos os postos docentes posibles: axudante de clases prácticas, encargada de curso, profesora asociada, profesora titular e, desde o ano 2012, acreditada como catedrática de universidade. En todos eles deixou constancia indiscutible do seu nivel de preparación e interese pola docencia, impartindo clases documentadas, actualizadas e suxerintes nas que sempre ficaban patentes as calidades fundamentais do bo profesor: a claridade e o coñecemento.

Como investigadora participou en 23 proxectos competitivos, 10 como investigadora principal, 13 contratos relevantes, 8 como investigadora principal, publicou 132 artigos científicos, a maioría en revistas de difusión internacional, así como en 43 capítulos de libros, e presentou relatorios en 100 congresos internacionais e 67 nacionais. Así mesmo, dirixiu 7 teses de doutoramento e 32 tesañas ou traballos de fin de carreira. Publicou diversos traballos e artigos de divulgación científica e impartiu numerosas conferencias. Per-

tence a diversos comités editoriais de revistas de ámbito internacional, foi organizadora de varios congresos e na Universidade de Santiago de Compostela foi a coordinadora do Plan de Desenvolvemento Sostible.

Pero vai ser sobre todo nos temas dos que foi directamente responsable como investigadora principal onde se poden observar esas características que definen a investigación de calidade: a identificación de problemas de alto valor científico e a necesidade de atender as necesidades máis urxentes da sociedade. Con só a primeira desas características a ciencia converteríase nun diálogo de expertos que se convencen e xustifican a si mesmos, mentres que con só a segunda sería unha suma de métodos que non levarían a ningures. É, pois, absolutamente necesario conseguir un equilibrio creativo entre a teoría e a práctica, algo que certamente se pode atopar sen dificultades nos traballos de investigación de Maite Barral.

Por citar só algún deles, destacaríamos os estudos sobre o aproveitamento dos residuos da fabricación de bauxita para outros usos, maiormente como depuradores de augas residuais ou barreiras nos vertedoiros, a reutilización dos residuos da viticultura e, en xeral, a valorización dos derivados das actividades agrarias mediante a súa aplicación como abonos ou substratos para o cultivo en macetas ou invernadoiros. Pero onde os seus traballos chegaron a ser un referente non só para Galicia senón para o conxunto do Estado foi nos estudos para a caracterización dos diferentes tipos de compós e o seu emprego e valorización para as actividades agrarias. Varios destes traballos foron utilizados como modelos para a súa aplicación real en diferentes ámbitos económicos. A súa última liña de investigación, orientada cara ao estudo dos biofilms naturais, maioritariamente en ambientes fluviais e o seu papel nos procesos de control da contaminación, supoñen un campo de estudo de grande

interese científico polos diferentes procesos que se ven implicados, pero tamén de indubidables resonancias aplicadas noutros campos de investigación, como pode ser a depuración de augas.

O tema escollido por María Teresa Barral para o discurso de ingreso nesta academia refírese á problemática da xestión dos residuos sólidos na sociedade actual, cuestión que cada vez preocupa máis polas súas implicacións ambientais, pero tamén desde o punto de vista sanitario, xa que moitas epidemias e doenzas poden atopar no amoreamento irresponsable destes materiais as canles fundamentais para a súa difusión. É un problema clásico de saúde ambiental que na actualidade e, sobre todo no futuro, pode acadar dimensións cuxo control sexa cada vez máis complexo e problemático. Pensemos só na nosa adiantada Europa: na actualidade xeramos anualmente 500 kg de residuos urbanos por persoa, dos cales se reciclan eficazmente pouco máis dun terzo. Se esas taxas se aplicasen a un mundo de 9.500 millóns de persoas cun setenta por cento da poboación concentrada nas cidades, que é o que se agarda para o ano 2050, estaríamos a falar de case 3.000 millóns de toneladas, ás que habería que atoparlles un destino axeitado se non quixésemos vernos afogados nelas. Sen dubida, a saúde, o benestar e mesmo a economía de mediados deste século, terían serios problemas de supervivencia.

As técnicas de eliminación e control de residuos foron mudando co tempo, desde as máis agresivas que tiñan na aplicación do lume a súa ferramenta fundamental, ata as máis acordes coas tradicións que procuraban coa súa transformación en fertilizantes unha nova integración nos procesos naturais. Despois virían os clásicos 3 Rs , -Reducir, Reutilizar e Recuperar-, que facían sobre todo un chamamento moi serio á nosa responsabilidade persoal demandando un cambio profundo nas actitudes de consumidores irresponsables. Na actualidade, se está a desenvolver unha nova filosofía no trata-

mento e xestión dos residuos que tenta atopar o seu modelo na estrutura de ciclos naturais que regulan e controlan a circulación da materia nos ecosistemas. É a denominada “economía circular”, nacida nos anos oitenta do pasado século, a que ao alongar o ciclo de vida dos produtos e optimizar todos os procesos de redución e reciclaxe, tenta conseguir a minimización dos residuos e mesmo obter uns rendementos enerxéticos adicionais nada desprezables.

Hoxe recibimos na Academia de Farmacia de Galicia a María Teresa Barral Silva, unha galega nacida nas terras luguesas de onde nos trae ese sentido da responsabilidade e seriedade que as caracteriza, pero tamén con ela nos chegan eses aires de liberdade e optimismo de Asturias e as Mariñas coruñesas nas que pasou a súa mocidade. Poderíamos falar, así mesmo, dos seus anos composteláns marcados polo baño de sensibilidade e arte que imprime o deambular por unha cidade onde todo é beleza e historia, e da súa formación nunha universidade multacentenaria. En fin, estariámonos a referir, en definitiva, a unha persoa na que o seu alto nivel intelectual así como o seu inquebrantable e fondo compromiso coa ciencia e a sociedade, non farían máis que prefigurar o que vai ser o seu fecundo traballo nesta casa.

DISCURSO DE INGRESO DA DRA. DNA. MARÍA TERESA BARRAL SILVA

1. PRÓLOGO

Excelentísimo Señor Presidente da Academia de Farmacia de Galicia, Excelentísimos Académicos, autoridades, benqueridos colegas e amigos:

É para min unha gran honra incorporarme á Academia de Farmacia de Galicia como académica correspondente. Agradezo aos seus membros que teñan aceptado a miña candidatura, en particular aos académicos que apoiaron a solicitude: doutora María Isabel Loza, e doutores Jesús Gestal e Francisco Díaz-Fierros. Agradezo moi especialmente ao Dr. Díaz-Ferros que realizase o discurso de presentación neste acto, tan importante e emotivo para min. Espero cumprir fielmente con esta responsabilidade, contribuíndo na medida que me sexa posible ao desenvolvemento e difusión das Ciencias Farmacéuticas e outras Ciencias afíns, particularmente no ámbito do Medio Ambiente e a Saúde Pública en Galicia.

A miña traxectoria académica e profesional transcorreu ligada sempre ás Facultades de Farmacia e Bioloxía, primeiro como alumna destas titulacións, e logo como docente e investigadora no

campo das ciencias do solo e, de modo máis xeral, do medioambiente e da saúde ambiental. A miña primeira vocación, ao iniciar os estudos universitarios, era a Bioquímica, que entón non existía como titulación. Por esa razón comecei os estudos de Bioloxía, coa intención de profundar logo nesa especialidade. A proximidade física –pois compartiamos edificio- e a afinidade cos estudos de Farmacia animáronme a realizar tamén esta carreira, compatibilizándoa durante os primeiros anos coa de Bioloxía. Ao iniciar o cuarto curso, optando pola nova especialidade de Bioloxía Agrícola, matriculeime nunha materia de nome Edafoloxía, cuxo exacto contido en realidade descoñecía, e que se impartía simultaneamente ao alumnado de Bioloxía e Farmacia. As clases do profesor Guitián Ojea resultáronme tan interesantes que xa quedei “enganchada” para sempre a este campo de estudos. Por primeira vez oín falar non só de compoñentes de solo, de procesos edáficos ou de tipos de solos, xa de seu atractivos para min, senón tamén de Galicia, dos seus recursos naturais e das ameazas ao seu medioambiente, o que resultaba moi novo e atraente naqueles tempos. Outros mestres ampliaron posteriormente a miña formación neste campo, como os profesores Díaz-Ferros e Felipe Macías, por citar só aos primeiros na USC, e as doutoras Tarsy Carballas e María del Carmen Villar, no Instituto de Investigacións Agrobiolóxicas do CSIC, continuando o seu maxisterio en todos os anos de formación e desempeño profesional que compartimos.

Quero destacar particularmente as figuras do Dr. Díaz-Ferros e da Dra. Tarsy Carballas, membros de número desta Academia. O primeiro é un referente para min, non só no ámbito da Edafoloxía, senón tamén por razón do seu inesgotable interese e vastos coñecementos en moitos outros campos da ciencia e da cultura, así como pola súa sensibilidade e defensa dos valores naturais de Galicia. En canto a Tarsy Carballas, admiro dela o seu papel

como muller científica, recoñecida especialista no estudo da materia orgánica do solo e dos efectos dos incendios forestais no ecosistema edáfico, entre outros aspectos destacables da súa longa, meritosa e moitas veces pioneira traxectoria investigadora. Pero tamén admiro nela, e con igual importancia, a súa independencia, a súa capacidade de xestión e a súa finura persoal.

Alcanzada xa unha categoría de “senior”, teño que agradecer a moitas persoas a súa axuda, colaboración e achegas ao longo do xa corenta anos de actividade profesional. Aos compañeiros do Departamento de Edafoloxía e Química Agrícola, ben en activo, xa xubilados ou incorporados a outras actividades profesionais, pois de todos eles aprendín algo de ciencia, e con eles compartín experiencias profesionais e persoais. En particular, a colaboración cos integrantes do Grupo GEMAP da USC, do que formo parte, ten enriquecido a miña visión dos estudos ambientais, aplicados desde diversas perspectivas ao patrimonio natural e construído.

Quero destacar á doutora Benita Silva, coordinadora do grupo GEMAP, polos moitos anos de amizade e compañeirismo, e por ofrecerme, desde a súa responsabilidade como Vicerreitora de Responsabilidade Social e Calidade, unha das experiencias máis enriquecedoras a nivel persoal e laboral, como foi asumir a coordinación do Plan de Desenvolvemento Sostible da Universidade de Santiago entre 2010 e 2014.

Quero tamén mencionar expresamente aos doutores que realizaron os seus estudos de posgrao baixo a miña supervisión, compartida con outros investigadores. Foron unha parte importante do meu traballo e tamén da miña vida, e todos eles mostráronme a súa ilusión, o seu esforzo e motivación para levar a cabo o seu traballo, ata a consecución dos seus logros científicos e académicos.

Coa doutora Montserrat Díaz-Raviña, investigadora do Instituto de Investigacións Agrobiolóxicas de Galicia-CSIC, compartín, ademais da súa entrañable amizade, a posta en marcha da Delegación en Galicia da Sociedad Española de la Ciencia del Suelo, que tiveron a honra de presidir nos seus primeiros anos. Co seu entusiasmo inesgotable e gran capacidade de traballo, Montserrat non só destaca como investigadora de referencia da calidade bioquímica do solo, senón que traballa arduamente na defensa do noso patrimonio natural fronte a ameaza dos incendios, e na divulgación do coñecemento do solo, con particular atención ás novas xeracións.

Por último, quero ter un recordo agarimoso para a miña familia: para a miña nai e o meu fillo, que son os meus alicerces na vida, e en especial para a memoria do meu pai, polo seu amor e apoio incondicionais, e porque sendo aínda nena ensinoume a mirar e a nomear a Natureza, en inesquecibles camiñadas por terras lucenses.

O tema elixido para o discurso de ingreso versa sobre a xestión de residuos e a súa relación coa saúde ambiental, desde unha perspectiva histórica. A xestión de residuos é un tema complexo, no que conflúen aspectos moi diversos relacionados co medio ambiente, a saúde, a enxeñería, a economía, a lexislación, a socioloxía e a política, por mencionar só os máis destacados. Na docencia e na investigación tratei con frecuencia a temática de residuos, cun enfoque prioritario nas súas posibilidades de reutilización. Con ocasión deste discurso, pretendo analizar, mediante un estudo fundamentalmente bibliográfico, a súa relación coa saúde ambiental, describindo a súa mutua influencia a través do tempo, seguindo o devir dos sucesivos paradigmas que influíron no seu desenvolvemento.

2. INTRODUCCIÓN

Como en un cuerpo sano, no somos conscientes del funcionamiento de nuestros órganos salvo que éstos sufran de alguna deficiencia o enfermedad. Del mismo modo, damos por sentado que los residuos que producimos en nuestra actividad diaria desaparecerán de nuestra vista con regularidad y solo nos hacemos conscientes cuando el engranaje que se encarga de alejarlos de nuestros sentidos se detiene. Entonces nos preocupamos por las molestias que ocasionan y por los riesgos de enfermedad que entrañan, solicitando la vuelta a la normalidad que nos haga de nuevo inconscientes de su destino y con frecuencia libres de responsabilidad.

Anualmente se producen en el mundo entre 7.000 y 10.000 millones de toneladas de residuos -incluyendo urbanos, industriales y de construcción y demolición-, lo que supone que cada persona es responsable, en promedio, de la producción de 1 a 1,35 kilos diarios, de los cuales aproximadamente 10-30 % son residuos urbanos, que nos conciernen muy directamente en cuanto a su producción y gestión.

La preservación de la salud es el objetivo principal de la gestión de residuos, pues al menos veintidós enfermedades humanas se relacionan con el manejo inadecuado de residuos, según ha identificado el Servicio de Salud de los Estados Unidos. Sin embargo, en la actualidad solemos dar por garantizado este aspecto y damos mayor relevancia otros enfoques, como el ambiental o el económico, mientras que la preocupación acerca la salud se ha trasladado

ahora a los posibles efectos de las instalaciones de tratamiento y eliminación de residuos. Sin embargo, en muchos países en desarrollo las prácticas de gestión de residuos son inexistentes o aún rudimentarias, de modo que los residuos no tratados, o gestionados inadecuadamente, siguen representando allí un importante riesgo para la salud.

La gestión de residuos y la salud ambiental confluyen en objetivos al pretender prevenir, impedir o revertir los efectos nocivos del medioambiente –en este caso los ocasionados por los residuos– sobre la salud humana. En esta disertación expondré las líneas maestras de la evolución de la gestión de residuos y su relación con la salud ambiental, bajo la influencia de diversos paradigmas y condicionada por los desarrollos tecnológicos.

3. DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN LOS TIEMPOS ANTIGUOS

Cuando los grupos humanos eran nómadas o vivían en hábitats dispersos, los residuos no constituían un problema, pues eran escasos y mayoritariamente de naturaleza orgánica, de modo que se reintegraban en los ciclos naturales. Pero se convirtieron en un inconveniente al inicio de la agricultura, cuando el hombre se hizo sedentario, hace algo más de 10.000 años, en particular con la creación de las primeras ciudades, donde se concentraba la población y se acumulaban los residuos. Las investigaciones arqueológicas y fuentes documentales indican que en las ciudades antiguas con frecuencia se dejaban los residuos en el suelo de las casas o se

arrojaban a la calle, lo que hacía que subiera su nivel, según demuestran las excavaciones en Troya, que subió 1,5 m por siglo¹, o en la ciudad inglesa de Bath, que subió su cota de 3 a 6 m desde la época del imperio romano². Pero también se pueden encontrar algunos sistemas organizados de gestión, como en la ciudad india de Mohenjo-Daro (c. 2500 a.C.), en donde hay evidencias de un planeamiento centralizado para la recogida y eliminación de desechos, o en la ciudad egipcia de Heracleópolis, donde se retiraba la basura de los barrios de las élites y se conducía hasta el Nilo¹. Se sabe también que, en la isla de Creta, durante la civilización minoica (3000-1000 a.C.), se recogían los residuos y se depositaban en el campo, en grandes hoyos que se recubrían con tierra para evitar malos olores y la atracción de fauna nociva³.

En la sociedad judía, las normas de limpieza tuvieron también una gran influencia en el establecimiento de medidas sanitarias. Así, hacia 1600 a.C. Moisés escribió un código de leyes sanitarias que siguió vigente a lo largo de los siglos, estableciendo, entre otras medidas, que cada judío debía recoger sus propios residuos y enterrarlos lejos de los barrios habitados¹. La mitología religiosa judaica también se relaciona con los residuos, pues la Gehena que se describe en las Escrituras, lugar de purificación que se identifica con el purgatorio o infierno judío, tendría relación con el Valle de Hinnon (en hebreo Gai Ben Hinnom), que parece haber sido un basurero y lugar de enterramiento, fuera de murallas de Jerusalén, pues estas actividades no se permitían dentro de la ciudad por la legislación judía para salvaguardar la pureza. En ese lugar los residuos se consumían por el fuego y por ello al juicio de los condenados se le llamó Gehena⁴.

El primer vertedero “municipal” se suele situar en Atenas alrededor del siglo V a. C. En aquellos tiempos los ciudadanos es-

taban obligados a tirar la basura a más de 1,5 km de distancia de las murallas de la ciudad⁵. No obstante, hay evidencias de que se producía acumulación de basura en las vías públicas, causando una importante elevación del nivel de las calles a lo largo del tiempo⁶.

En Roma se crearon las primeras cuadrillas de basureros (*stercorari*), que recogían los residuos que los ciudadanos habían arrojado a las calles y, ayudados de carros (*plostra stercoraria*), los llevaban a los vertederos (*puticulum*) ubicados fuera de la ciudad, constituyendo así el primer sistema organizado de recogida de residuos⁷. Los *aediles* vigilaban el estado de las calles cuatro veces por año, pero mientras tanto podía acumularse una gran cantidad de basura⁶. Los cerdos que vagaban por la ciudad ayudaban a reducir el problema, alimentándose de los restos orgánicos que se acumulaban en las calles⁵, que también tenían aplicación como fertilizantes^{8, a}. Charreros y traperos (*scrutarii*) recogían lo que fuera de utilidad y se pudiera vender⁶. La reutilización y el reciclado parecen haber tenido un papel importante, aplicándose a maderas, materiales de construcción, vidrio, metales y arcillas, entre otros^b.

Las excavaciones arqueológicas han sacado a la luz vertederos en muchos lugares del Imperio Romano, que albergan importantes testimonios de la vida cotidiana de las ciudades antiguas y muestran su evolución en el tiempo^c. Existían tres tipos de vertederos: los de basura, conteniendo desechos orgánicos e inorgánicos resultantes de la actividad doméstica; los de escombros, procedentes de derribo o remodelación de edificios y recintos arquitectóni-

^a Lucio Columela, en sus libros sobre trabajos del campo, elaboró hacia mediados del s. I un manual en el que describía cómo mezclar, almacenar y trasladar residuos agrícolas y distribuirlos como fertilizante o abono para el cultivo del suelo.

^b Así por ejemplo la cerámica se calcinaba y se usaba en la agricultura, el mármol se transformaba en cal y los metales se refundían.

^c Entre ellos los de Baelo Claudia, Tarraco y Augusta Emerita, en Hispania.

cos; y los destinados a residuos de producción y transformación (alfarerías, curtidores...)⁹. Es muy interesante el caso del Monte Testaccio en Roma, una colina artificial de 50 m de altura y 22.000 m² de base, construida entre los siglos I y III con los restos de más de 25 millones de ánforas (*testae*), en las que se transportaba el aceite de oliva desde las provincias romanas hasta la capital del imperio. El Monte Testaccio constituye un caso paradigmático de vertedero planificado a priori no solo como lugar en donde depositar los residuos, sino también su posterior recuperación como espacio público³.



Figura 1. Monte Testaccio, en Roma, un ejemplo de vertedero de actividad comercial, construido con restos de vasijas de aceite.

Si en la ciudad clásica el lugar adecuado para el vertido de los residuos era el exterior de las ciudades, ocupando espacios sin urbanizar ubicados extramuros (“vertederos de expansión”), cuando las urbes declinaron o se produjeron crisis en las élites municipales -como ocurrió en los tiempos tardorromanos e inicios de la Edad Media- el vertido se trasladó a solares abandonados o ruinas de antiguas edificaciones dentro de la ciudad (“vertederos de rece-

sión”), constituyendo unos de los fenómenos más característicos del proceso de transformación de la ciudad que se produjo desde el siglo V al VII-VIII¹⁰.

4. DE LA EDAD MEDIA Y MODERNA. SURGE LA NECESIDAD DEL SANEAMIENTO

En la Edad Media se perdieron muchos de los conocimientos tecnológicos y normas de higiene de la antigüedad. La acumulación de basuras orgánicas creaba condiciones favorables para los roedores y otros vectores de enfermedad, y las grandes epidemias mermaron en un tercio la población europea. La Peste Negra que asoló Europa en el siglo XIV puede achacarse en parte al vertido de residuos en calles y solares vacíos de a las ciudades de la época¹¹.

La situación sanitaria se veía en parte aliviada porque la población en Europa estaba dispersa y no experimentó los problemas de basuras que sufrió Roma en los tiempos clásicos¹. Pero la transición hacia las ciudades modernas, con alta concentración de población y cantidades crecientes de residuos, junto con las plagas que periódicamente la asolaron, recrudecieron la necesidad de saneamiento, si bien solo en las grandes ciudades se encuentran rudimentos de un sistema destinado a tal fin¹.

Es difícil trazar la evolución de los residuos y su gestión en las ciudades medievales en Europa, pues las referencias son dispersas y muestran una situación desigual. Las calles solían estar cubiertas de fango compuesto de una mezcla suelo y residuos, pues solo a

finales del siglo XII se empezaron a pavimentar y a limpiar. Fue el caso de las calles de París, que el rey francés Felipe II ordenó pavimentar en 1184 porque el mal olor llegaba a su palacio. Sin embargo, a pesar de diversos intentos previos y escasamente aplicados de prohibición, en la ciudad del Sena se permitió tirar basura por la ventana hasta el siglo XIV. Para paliar esta desagradable situación se estableció que cualquiera que introdujera en la ciudad de París un carro de arena, tierra o grava debía llevarse una carga equivalente de fangos o basuras¹². Se dice que hacia comienzos de 1400 los montones de basura acumulados en vertederos más allá de las puertas de la ciudad de París eran tan altos que dificultaban la defensa de la ciudad⁷. En 1388 el parlamento inglés prohibió verter residuos en los cursos de agua¹ y en Praga hay evidencias de la utilización del foso que rodeaba la ciudad para el depósito de basura cuando éste perdió su función defensiva¹³.

En España, diversos trabajos han estudiado la situación del saneamiento a lo largo de la Edad Media y Moderna^{14, 15, 16, 17}, con particular atención a la que sería su capital. El proyecto de investigación “Historia del Saneamiento de Madrid”, realizado por la Universidad Autónoma (UAM) y el Centro de Documentación para la Historia de Madrid¹⁴ ofrece detallada información sobre las costumbres y normas de saneamiento de la villa^a. En Madrid se promulgaron ya desde el siglo XIII diversas disposiciones relativas a la limpieza de las calles, como la dada en 1484 que prohibía contaminar arroyos o arrojar estiércol en solares ajenos, regulando los usos de muladares o basureros. En 1496 una ordenanza prohibió echar basuras, estiércol, perros muertos y otras porquerías en las

^a Por razón de simplicidad no se citarán las fuentes documentales referenciadas en dicho documento.

calles bajo multa^a. Otras disposiciones prohibieron reiteradamente que los cerdos deambularan por las calles, alimentándose de los restos orgánicos. Pero a pesar de los sucesivos edictos y medidas coercitivas para favorecer la limpieza de las calles, el estado de salubridad de Madrid fue bastante deplorable durante muchos siglos.

Con la llegada de la corte a Madrid en 1561, reinando Felipe II, la villa pasó en muy poco tiempo a convertirse en una de las ciudades más populosas de Europa. El volumen de basuras creció de forma proporcional a su población y extensión urbana, pero no se acompañó de los medios adecuados para acometer las tareas de limpieza, empedrado y saneamiento^b. Para financiar los trabajos de limpieza se penalizaba con multas el abandono de residuos en las calles (*“sacar prendas a los vecinos”*). Se obligó a los pueblos cercanos a Madrid a que trajeran carros y peones a la ciudad para limpiar las calles, y se hicieron “limpiezas generales”, que llegaron a practicarse una o dos veces cada año. En 1590 fue creada la Junta de Policía y Ornato de Madrid, con la cual la limpieza, el abastecimiento de agua y el ornato de la corte se convirtieron en asuntos de Estado. A pesar de ello, a finales del siglo XVI la evacuación de residuos, lodazales y la limpieza de la capital del imperio se había convertido en una tarea extremadamente difícil¹⁴.

En 1606, las ordenanzas de limpieza mandaban desocupar las calles de estorbos y escombros, y no arrojar a las calles cualquier tipo de basura, tierras o estiércoles, que debían ser depositadas a las

^a En las ordenanzas de 1500 se prohibió explícitamente establecer muladares cerca de las eras o en solares del interior de la Villa, ni a cuarenta pasos de las cavas y muros¹⁴.

^b Cuando Felipe II trasladó la corte a Madrid algunos médicos y hombres de ciencia de aquella época incluso llegaron a esgrimir que era tan sutil y puro el aire que se respiraba en la ciudad que podría dañar la salud y originar enfermedad, razón por la que no consideraban una aberración sanitaria que ese aire se engordara a través de las exhalaciones de los vapores que de continuo emanaban las aguas pútridas y hediondas, y las basuras e inmundicias que abundaban en las calles¹⁴.

horas determinadas para que las recogieran los carros de la limpieza^a. La situación no debió mejorar mucho, pues a lo largo de los siglos XVII y XVIII hubo que hacer periódicamente limpiezas generales, dada la cantidad de basuras, lodos e inmundicias que había en las calles de la Villa¹⁴. Con buen tiempo, las basuras eran sacadas de la ciudad en carros, pero cuando el tiempo era lluvioso, los materiales fangosos eran retirados de las calles mediante carros o cajones, provistos de unos maderos redondos en lugar de ruedas (“los carros podridos”), que tirados por una mula iban arrastrando la basura hacia las pocas alcantarillas existentes en ciertos puntos de la ciudad, lo que se conocía como “la marea”, que causaba a su paso un fuerte hedor.

En España, como en el resto de Europa, el crecimiento urbano durante el siglo XVII hizo necesario un aumento de la producción agrícola, que requirió del aporte de fertilizantes. Ante la escasez de residuos ganaderos cualquier materia orgánica era valiosa, de modo que todo tipo de residuos orgánicos (lodos, excretas, fangos...) fue recolectado en las ciudades para devolver al campo como fertilizante^b lo que se había extraído como alimento⁷.

Aunque con la llegada de la dinastía Borbón en 1700 la preocupación por la limpieza de las urbes pareció mejorar, la ciudad siguió teniendo un estado lamentable durante el reinado de Felipe V (1700-1746) y de su sucesor Fernando VI (1746-1759). Así lo relata Philip Hauser en su obra de referencia “Madrid bajo el punto

^a El artista de origen italiano Antonio Ricci diseñó unos grandes carros dotados con dos escaleras, dos grandes cubas de madera reforzadas con hierro para recoger la basura y otras dos cubas grandes de madera, impermeabilizadas, provistas con un sistema de bombeo, que se empleaban para regar y hacer desaparecer los lodos¹⁴.

^b En España, una orden de 1648 permitió a los obligados de las contratas de limpieza obtener parte de sus beneficios con la venta de las basuras y el estiércol de los vertederos a los hortelanos y labradores, como modo de incentivar su trabajo y compensar otros perjuicios que soportaban¹⁴.

de vista médico-social”¹⁷): “La urbe carecía de alcantarillado y las basuras se arrojaban por las ventanas al amanecer (...) causando un hedor insoportable”. Entrada la década de 1740, el Marqués de la Villa de San Andrés describía una ciudad extremadamente sucia, pues los vecinos arrojaban al grito de *jagua va!* todas las porquerías, y en cada corral, patio o zaguán de cada casa había un improvisado basurero. En la década de 1750, durante el reinado de Fernando VI, el marqués de la Ensenada impulsó la realización de nuevos estudios y propuestas destinados a mejorar la situación; para este propósito médicos, científicos, ingenieros y arquitectos fueron enviados a las principales ciudades europeas, a fin de hacer averiguaciones sobre cualquier tipo de adelanto industrial, técnico o sanitario¹⁴.

Cuando en 1759 Carlos III llegó a Madrid para iniciar su reinado, tras la muerte de su hermano Fernando VI, se encontró una ciudad de aspecto deplorable, pues según el biógrafo oficial del rey, Fernán Núñez, la capital era una auténtica pocilga, llena de lodos, basuras y excrementos¹⁷. Ante esta situación, mejorar el estado de salubridad de la ciudad se convirtió en una prioridad de gobierno, recibiendo el marqués de Esquilache el encargo de acometer la limpieza integral de la urbe, de mejorar sus condiciones higiénicas y su ornato. Este encomendó el estudio al arquitecto Francisco Sabatini, que redactó la “*Instrucción para el nuevo empedrado, y Limpieza de las Calles de Madrid*”, aprobada en 1761, en la que se establecían entre otras medidas, diversas normas sobre la recogida de basuras y desperdicios, recordando una vez más —como se venía haciendo desde la Edad Media— la prohibición de que las pjaras y los cerdos deambularan por las calles¹⁴.

Además, en 1764, se publicó una Real Orden en la que se obligaba a los madrileños a barrer la delantera de su casa a primera

hora de la mañana y, desde mayo a octubre, también a regarla, a pesar de escasa disponibilidad de agua en esta villa. Se disponía asimismo que los carruajes que entraran a Madrid cargados de mercancías llevaran a su salida los desperdicios de los madrileños. Incluso el arquitecto de la corte, Sabatini, diseñó unos carros para la recogida de basuras, que el pueblo apodó como “chocolateras de Sabatini”. Todas estas medidas fueron mal acogidas por los ciudadanos, lo que suscitó el comentario de Carlos III: “Mis vasallos son como niños: lloran cuando se les lava”. La situación del saneamiento de la capital habría de decaer posteriormente, en el reinado de su sucesor Carlos IV (1788-1808)¹⁴.

Gran Bretaña tomó la cabeza de la gestión de residuos a finales del siglo XVIII, cuando apareció en Londres el primer sistema organizado de tratamiento, los “dust-yards” (patios de basura)¹⁸. El sistema no surgió por preocupaciones de salud pública, ni por obligaciones legales, sino por el valor de mercado de los residuos domésticos¹⁸. Debido al uso del carbón en la cocina y la calefacción doméstica, el contenido de las cenizas en los desperdicios era alto y su valor elevado por el uso que tenía en la construcción^a. Los residuos eran recolectados por los “dust-men” o basureros, y clasificados manualmente por mujeres, niños y ancianos, a menudo familiares de los recolectores. Algunos materiales recuperables se retiraban a mano separando luego por tamizado los materiales finos (“soil”) de los gruesos (“breeze”). Estas fracciones se almacenaban en montones separados y eran luego llevadas en barcas por el Támesis hasta sus destinatarios finales. El material fino se usaba para fabricar ladrillos en las numerosas fábricas que proliferaron en las orillas del Támesis, e incluso fue objeto de comercio internacio-

^a A comienzos del siglo XIX se habían agotado los materiales para fabricar el típico ladrillo amarillo de Londres. Cenizas y otros materiales finos separados de los residuos se usaron como sustitutos de la arcilla hasta que se empezó a usar la arcilla de Oxford.

nal, alcanzando un gran valor económico. Fue también muy importante su empleo como enmienda y fertilizante de suelos, debido a la necesidad de alimentar a una población urbana en constante crecimiento¹⁹. Otros materiales vendibles eran separados por el sector informal^a, consiguiéndose así una recuperación de materiales casi completa, al tiempo que las calles se mantenían limpias sin necesidad de una intervención institucional.



Figura 2. En los “dust-yards” de Londres trabajaban familias enteras en la separación y aprovechamiento de los residuos.

^a Hubo muchos grupos de especialistas, centrados en lugares particulares o especializados en distintos materiales (objetos reparables, trapos, huesos, excrementos de perro, excretas humanas o “night soil” con alto valor como fertilizante). Estos sistemas, en gran parte informales, existían en otras ciudades europeas: por ejemplo, en París los “chiffonniers” reciclaban cualquier cosa de valor de los residuos sólidos.

Los “dust-yards” se consideran un modelo temprano de gestión organizada de residuos y de participación del sector público-privado, siendo muy importante como facilitador de una transición hacia un sistema institucionalizado de gestión de residuos bajo responsabilidad municipal en Inglaterra. Varios “dust-yards” se convirtieron de hecho en instalaciones de tratamiento centralizado y mecanizado de residuos, incluyendo además de la separación de materiales reciclables, la destrucción del material restante por incineración o su envío a vertedero²⁰.

El sistema de los “dust-yards” funcionó hasta mediados del XIX, cuando disminuyó el interés en las cenizas debido a la oferta excesiva y a la competencia de otras materias primas¹⁸. Coincidiendo con su declive surgió un nuevo factor que condicionaría el desarrollo de la gestión de residuos: la salud pública y el movimiento sanitario.

5. DE LOS EFECTOS DE LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL Y LOS INICIOS DE LA HIGIENE PÚBLICA EN LA EDAD CONTEMPORÁNEA

Durante los siglos XVII y XVIII el pensamiento médico en Europa estuvo muy influenciado por las teorías de Hipócrates (460-375 a.C.), que en su tratado “Sobre los aires, aguas y lugares” daba una gran importancia a la influencia del ámbito geográfico y climático en la salud. Los hipocráticos, basados en la idea del equilibrio entre el hombre y su entorno, creían que las epidemias eran causadas por la conjunción de condiciones atmosféricas y locales.

Esta idea se veía confirmada por la elevada presencia de fiebres intermitentes en los humedales y por la alta mortalidad que se daba en las ciudades, que atribuían a la densidad de población y a la acumulación de residuos putrefactos.

La revalorización de algunas de las teorías hipocráticas dio lugar a la formulación de la teoría miasmática por Thomas Sydenham (1624-1689) y Giovanni María Lancisi (1654-1720), que atribuía la causa de enfermedad a los miasmas, exhalaciones nocivas difundidas por la atmósfera, que provenían de la materia orgánica en descomposición, del agua estancada o de emanaciones de enfermos. Estas emanaciones “malignas” se originaban en “lugares de podredumbre” o puntos focales de enfermedad, que debían ser sometidos a vigilancia, limpieza y aislamiento. La teoría miasmática, aunque luego refutada por la teoría microbiana o de los gérmenes, tendría importantes consecuencias en el saneamiento ambiental, promoviendo acciones para corregir las malas condiciones de las ciudades mediante diversas medidas de saneamiento e higiene, como el pavimentado y limpieza de las calles, la ventilación, y el manejo de excretas y residuos.

La revolución industrial que se originó en Inglaterra en 1760 produjo en Europa una gran expansión económica y rápida urbanización, que tuvo como consecuencia un enorme cambio en las ciudades. El problema de los residuos emergió como una plaga de primera magnitud¹². El impacto de la revolución industrial, junto con la construcción del Estado moderno y su poder disciplinario, favorecieron el desarrollo del pensamiento higienista desde finales del siglo XVIII y a lo largo del XIX. Los higienistas criticaban la falta de salubridad en las ciudades industriales, así como las malas condiciones de vida y de trabajo de los empleados fabriles, proponiendo diversas medidas de tipo higiénico-social, que podían con-

tribuir a la mejora de la salud y las condiciones de existencia de la población²¹. En este contexto se realizaron investigaciones empíricas de tipo sociológico y geográfico (Geografías y Topografías médicas^a), y las mejoras en salud pública se concibieron como soluciones ambientales, desecando pantanos, canalizando aguas y realizando obras de saneamiento urbano²². Desde el cuarto decenio del siglo XIX surgió además el interés sobre las condiciones de trabajo de las fábricas, la vivienda, el pauperismo y la beneficencia. Las soluciones a las lacras sociales se buscaban a través de la acción filantrópica o caritativa, mientras otros veían necesaria una reforma social²².

En Inglaterra, el avance de la industrialización, junto con el aumento demográfico y el crecimiento urbano de los grandes núcleos de población, causaron serios problemas de masificación^b y un rápido deterioro de la calidad general de la vida urbana. Se dieron además en estas décadas varias epidemias de cólera y tifus que pusieron en primer plano los problemas de salud pública. Por encargo de la “Poor Law Commision”^c se presentó en 1842 el “Report on the sanitary condition of the labouring people”, coordinado por el reformista Edwin Chadwick (1800-1890), que sería considerado el padre del movimiento sanitario británico. Se exponían en el informe las condiciones insalubres en las que vivían las clases trabajadoras, que enfermaban con más frecuencia y morían a

^a Estudios sistemáticos de tipo geográfico-estadístico relacionados con las teorías hipocráticas, que analizaban las características geográficas y climatológicas de una ciudad, comarca o región que podían condicionar las enfermedades, describiendo también su estado sanitario²¹.

^b Durante el reinado de Victoria (1837-1901) la población de Gran Bretaña se duplicó y el censo de 1901 indicaba que el 77 % de un país de 36 millones de habitantes vivía en zonas urbanas¹.

^c Las leyes de pobres (“Poor laws”) era un sistema de ayuda legal a los pobres ingleses financiado con impuestos, que estuvieron vigentes en la legislación inglesa hasta prácticamente la segunda mitad del siglo XX.

edades más tempranas que las clases más acomodadas. Las descripciones eran desalentadoras en cuanto a la acumulación de residuos en casas y calles. El hacinamiento, junto con la concentración de industrias dentro y alrededor de las ciudades, dio lugar a condiciones de vida de gran dureza, especialmente entre los pobres y los trabajadores, como reflejó magníficamente Charles Dickens en sus obras literarias^a.

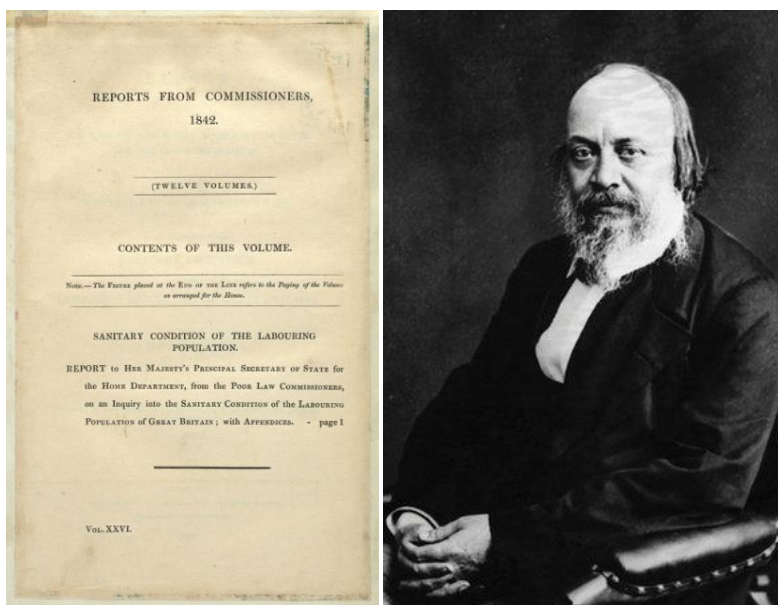


Figura 3. Edwin Chadwick, legislador y reformista, es considerado el padre del movimiento sanitario inglés.

Según la concepción de Chadwick las adversas condiciones físicas llevaban a enfermedad y ésta a la pobreza, que a su vez conducía a la degradación moral de los individuos. Por ello, el saneamiento urbano sería no solo el remedio a la enfermedad sino también frente a las malas costumbres y la conflictividad social²⁴. Si la

^a En particular la obra *Nuestro común amigo* ("Our mutual friend") se considera su contribución a la cuestión sanitaria²³.

acumulación de residuos, favorecida por la manufactura de bienes a gran escala con la Revolución Industrial, era una de las causas del deterioro del saneamiento y de la calidad de vida urbana, para Chadwick los residuos tenían un papel dual: como inmundicia a eliminar para eliminar la fuente de enfermedad, pero también como fuente de beneficios²³. Así, aunque nunca se llegó a poner en práctica, elaboró un proyecto de obras hidráulicas en el que el agua presurizada se traería por tuberías desde el campo, drenando los terrenos encharcados y proporcionando agua a la ciudad, para luego, en el camino de retorno al campo, arrastrar los residuos que habrían de servir de abono de las tierras agrícolas, cerrando así el ciclo (“The serpent’s tail to serpent’s mouth”).

Subyacía al “Report” la teoría miasmática de la enfermedad, relacionando de forma causal la inmundicia y las malas condiciones ambientales con las enfermedades. La relación entre las enfermedades infecciosas como el cólera y las malas condiciones sanitarias que se establecía en el “Report” no estaba en sintonía con lo sostenido por la mayor parte de la profesión médica británica de la época que, sin negar la importancia de las condiciones ambientales, criticaban la preeminencia absoluta otorgada a éstas en el origen de las epidemias, y subrayaban la pobreza extrema como causa básica de la enfermedad. La “idea sanitaria” tampoco era acorde a la postura de los principales higienistas franceses, que también daban importancia a la pobreza o cuestionaban la teoría miasmática²⁵.

Aunque inicialmente el informe tuvo escasa acogida, Chadwick le dio posteriormente y por su cuenta gran difusión al “Report”, alcanzando gran repercusión y sentando las bases del movimiento sanitario británico. La política de salud pública cobró una importancia sin precedentes²⁵, concretada en la creación, en 1843, de la “Health of Towns Commision” en Gran Bretaña, la promul-

gación, en 1848, de la “Public Health Act” (Ley de Salud Pública) y la constitución de la Comisión Sanitaria en 1869, sentándose así las bases del saneamiento ambiental. Una nueva “Public Health Act” promulgada en 1875 estableció la obligación de que los residentes dejaran sus basuras en un receptáculo movible, siendo responsabilidad de las autoridades locales vaciarlo al menos una vez a la semana¹⁸; los residuos domésticos eran llevados por carros de caballos o a mano, después de haber retirado los componentes con valor, y eran vertidos o incinerados²⁶.

Durante el siglo XIX la influencia de la Idea sanitaria se extendió por muchos países de Europa y por los Estados Unidos, haciéndose también oír en los primeros foros de salud pública²⁵. En España la idea sanitaria encontró un terreno abonado para su implantación debido a la tradición arraigada de las topografías médicas, que otorgaban un importante papel al ambiente en la génesis y evolución de las enfermedades^a. El higienismo había comenzado a desarrollarse en el siglo XVIII, consolidándose como disciplina moderna en los años centrales del siglo XIX, en un período marcado por el lento avance del liberalismo y la difusión de la industrialización²⁵. El iniciador del higienismo en España, Mateo Seoane, conoció el movimiento de salud pública en Gran Bretaña durante su exilio en Londres (1823-1834); Méndez Álvaro, otro higienista destacado, también conoció el movimiento inglés, lo mismo que Monlau y Roca, éste más influenciado por fuentes francesas, aunque había comunicación mutua entre éstas y el movimiento sanitario inglés²⁵.

Los higienistas españoles también estaban convencidos de la influencia del ambiente en la salud y la moral, entendiendo como

^a Una consecuencia del interés en las condiciones de vida de las ciudades suscitada por las Topografías fue la Ley de Saneamiento, Reforma y Ensanche interior de 1895²⁸.

Chadwick que la acumulación de materia orgánica y su putrefacción daban lugar a efluvios miasmáticos que causaban enfermedades, si bien los higienistas españoles le dieron también mucha importancia a la pobreza, demostrando la dimensión social de las enfermedades²⁵. Se reconocía la necesidad de mejorar la salubridad mediante el abastecimiento de agua potable, el alcantarillado y la recogida de basuras²⁷; sin embargo, a diferencia con el movimiento británico, que puso en marcha importantes actuaciones concretas de saneamiento y consiguió una administración nacional centralizada, en España sólo se promulgaron algunas disposiciones menores relacionadas con la salud pública, pero ninguna ley de rango nacional sobre salud pública²⁵.

Al tiempo que en Europa se producía la Revolución industrial, Estados Unidos emergía como una nueva nación. En la América colonial, mayoritariamente rural y poco urbanizada, la abundancia de tierra y suministro de agua mitigaron los problemas de saneamiento¹. Sin embargo, el advenimiento de la revolución industrial tuvo gran impacto en el crecimiento de las ciudades americanas^a y sus efectos ambientales fueron también severos en forma de problemas de humos, ruidos, residuos y aguas contaminadas. En las ciudades del Este, que experimentaron la masificación ya desde finales del siglo XVIII, las fuentes estaban contaminadas, la basura se acumulaba en las calles^b y las muertes por epidemias aumentaron rápidamente²⁹, siendo algunas de las más devastadoras la de fiebre amarilla en Filadelfia en 1793, y las de cólera en Nueva York en 1832 y 1849³⁰.

^a En 1790 los residentes urbanos en Estados Unidos eran solo el 5 % de la población y solo había 24 ciudades con más de 25.000 habitantes. En 1840 los residentes urbanos representaban el 11 % de la población y Nueva York superaba ya los 250.000 habitantes. En 1920 la población urbana era del 51 % y había 2.722 ciudades³².

^b Nueva Ámsterdam (hoy Manhattan, en Nueva York) fue la primera ciudad en aprobar leyes contra el vertido de basuras en las calles, ya en 1657¹.

Antes de 1830, la evacuación de aguas sucias y residuos estuvo más motivada por el afán de eliminar molestias que por el temor a las epidemias. En algunas comunidades grandes o más progresistas surgieron algunas infraestructuras rudimentarias de saneamiento, pero en general la responsabilidad del mismo era más bien individual²⁹. Después de la década de 1830, la idea sanitaria inglesa llegó a América y los sistemas de saneamiento planteados en Gran Bretaña sirvieron de base para el desarrollo de las tecnologías en América, adaptándose al nuevo contexto de una sociedad muy descentralizada, con condicionantes muy distintos en cuanto a espacio y recursos. La teoría miasmática fue responsable de la asociación entre salud pública y saneamiento, y sirvió de base para las primeras infraestructuras sanitarias. Plenamente aceptada la relación entre inmundicia y enfermedad, la eliminación de basuras y la limpieza de las calles se consideraron un modo eficaz de preservar la salud pública^a, si bien los americanos no compartían las ideas centralistas sobre la administración gubernamental de Chadwick¹.

Un ejemplo de la influencia de éste en los Estados Unidos fue el estudio publicado en 1845 por John Griscom, titulado “The sanitary condition of the laboring population of New York”, basado en la visión ambiental de la enfermedad. Algo más tarde, Lemuel Shattuck, amigo del anterior y compartiendo también las ideas anti-contagionistas de Chadwick, publicó en 1850 “The Report on the Sanitary Commission of Massachussets”, en el que diseñaba una administración integral de salud pública, incluyendo la gestión de los residuos, el control de la contaminación del aire y del agua, y el establecimiento de Juntas estatales de salud³¹.

^a Aun así, la costumbre de arrojar la basura en las calles fue común por mucho tiempo. Una descripción de Washington en la década de 1860 menciona la basura en las calles, por donde los cerdos vagabundeaban libremente, y la infestación por ratas y cucarachas incluso en la Casa Blanca¹.

Hacia 1870 la idea sanitaria estaba totalmente incorporada en las instituciones de salud americanas: varias ciudades establecieron Juntas Locales de Salud, se constituyó la American Public Health Association (APHA) en 1872 y se creó la Junta Nacional de Salud en 1879, avanzando en la reforma sanitaria en los Estados Unidos. Las filosofías reformistas de la época también favorecieron la mejora de las condiciones sanitarias de las ciudades. Además de los profesionales de la salud pública que trabajaban en la administración, en los Estados Unidos fue muy destacado el papel de diversas organizaciones ciudadanas –muchas de ellas religiosas– en la consecución de mejoras a través de protestas, programas comunitarios y educación pública, siendo las organizaciones de mujeres particularmente activas en relación a los residuos¹.

Entre 1870 y los comienzos del siglo XX se descubrieron los microorganismos responsables de la mayoría de las enfermedades infecciosas^a y la teoría miasmática fue sustituida por la teoría microbiana de la enfermedad, formulada por L. Pasteur. Las consideraciones sobre la influencia del medioambiente o del marco social que eran características de la teoría miasmática quedaron totalmente marginadas, poniéndose mayor énfasis en identificar los agentes biológicos causantes de enfermedad, en desarrollar la inmunidad frente a ellos o en encontrar su curación, que en la prevención a través del saneamiento ambiental²¹. Éste vio reducido su campo de actuación, llegándose a cuestionar la importancia del suministro de agua, de la eliminación de aguas residuales y de basuras para la salud de las ciudades. La clase médica perdió interés en el saneamiento, que pasó a ser defendido y puesto en práctica por los

^a En 1871 A. Hansen descubrió el bacilo de la lepra; en 1880 L. Laveran identificó el plasmodio de la malaria; R. Koch, en 1882, descubrió el bacilo de la tuberculosis y un año más tarde el agente responsable del cólera. Le seguiría el descubrimiento de los agentes causantes de la peste, la disentería, la fiebre amarilla y la difteria, etc.

ingenieros, que aportaron su principio de “progreso mediante la tecnología”. La profesión emergente del ingeniero sanitario –que se veía como una síntesis de médico, ingeniero y educador– vio acrecentado su papel en la promoción e implementación de los programas de saneamiento, llegando a tener una responsabilidad fundamental en la administración de los servicios sanitarios³², al tiempo que la gestión de residuos se fue desplazando de los servicios de salud hacia los departamentos de ingeniería y obras públicas^a, con mayor énfasis en la experiencia técnica en la recogida y eliminación de residuos¹.

6. INICIADO EL SIGLO XX SURGE EL “PROBLEMA DE LAS BASURAS”

En las décadas que rodearon el cambio al siglo XX, Estados Unidos se convirtió en una sociedad de consumo, con una producción de residuos muy superior a la de los países europeos^b. Hasta la década de 1880 el único empleo de los residuos como recurso fue la utilización de los materiales orgánicos como alimento para

^a En 1924 la responsabilidad municipal sobre la gestión de residuos ya alcanzaba al 63 % de las ciudades inspeccionadas, a la vez que el servicio se iba desplazando de los servicios de salud hacia los departamentos de ingeniería y obras públicas, con mayor énfasis en la experiencia técnica en la recogida y eliminación de residuos¹.

^b Según un estudio de 1905 la producción media anual en 14 ciudades americanas era de 860 libras por persona, mientras que la media de 8 ciudades inglesas era de 450 libras y la media de 77 ciudades alemanas era solo de 319 libras. Entre 1903 y 1907 Pittsburg aumentó en un 43 % la producción de residuos domésticos¹.

animales^a, o como enmienda y fertilizante de suelos. La opción predominante era la eliminación mediante el vertido en tierra o en el agua, lo que solo desplazaba el problema de un lugar a otro, según la táctica que Melosi¹ describe como “fuera de la vista, fuera de la mente”^b, y que simplemente alejaba los residuos de los sentidos humanos. En ciudades próximas a ríos o al mar era frecuente echar los residuos al agua, lo que causaba problemas con las poblaciones vecinas. En Nueva York, esta práctica de verter basuras en el agua produjo en 1886 la obstrucción de los accesos a puerto y la contaminación de las playas cercanas^c. En Chicago, la carencia de terreno para el vertido llevó a echar buena parte de los residuos al Lago Michigan y a los terrenos pantanosos de los alrededores, sobre los que luego se extendió la ciudad^d.

En 1895, George Waring Jr. fue comisionado para la limpieza de las calles de Nueva York. Seguidor de la teoría miasmática, a pesar del auge en aquel tiempo de la teoría microbiana, sus propuestas marcaron un importante hito en el desarrollo de la moderna gestión de residuos, diseñando un plan integral que incluía la limpieza de calles, la recogida de residuos, el transporte, la recuperación de recursos y la eliminación³². Waring promulgó un sistema de reciclado, identificando tres fracciones: orgánica (“garbage”), inorgánica (“rubbish”) y cenizas (“ashes”), que se separaban, bien en los hogares, bien en una planta de clasificación municipal, la primera construida en EEUU, en 1898. Los materiales orgánicos se trataban luego en una “planta de reducción” en Barren Island,

^a Como se mencionó anteriormente, la práctica de alimentar cerdos con restos orgánicos fue común en todos los tiempos. En EEUU se abandonó a finales del XIX al comprobarse que favorecía la aparición de triquinosis.

^b “Out of sight, out of mind”, en el original.

^c En 1934 la Corte suprema de EEUU prohibió el vertido al océano.

^d Buena parte de los edificios y calles de Chicago se levantan sobre residuos del siglo XIX.

donde se extraía amoníaco, cola, grasa y residuo seco de uso como fertilizante, mientras que los materiales inorgánicos recuperados se revendían, retornando los beneficios a la ciudad. Quizás el principal problema al que se enfrentó era la disposición final de los residuos; el vertido al mar, aunque el más sencillo, planteaba muchos problemas y como alternativa inició un programa de recuperación de tierras usando los residuos como material de relleno. Este programa de manejo de residuos basado en una serie de operaciones unitarias (limpieza de calles, recogida de residuos, separación en origen, transporte, recuperación y eliminación) fue seguido en toda la nación, sentando las bases para la transición hacia las nuevas formas de gestión de residuos del siglo XX.

Si bien desde siempre se había practicado la combustión de los residuos, la incineración como proceso industrial se inició en Gran Bretaña debido a la falta de espacio para el vertido en tierra, así como por las limitaciones para el vertido en el mar debido a sus intereses marítimos y al posible conflicto con los países vecinos. Sus ventajas eran de higiene –lo que agradaba a la clase médica– y de reducción de volumen de los residuos. Además, en Gran Bretaña la población era lo bastante densa como para que los sistemas centralizados fueran económicos. Desde la construcción del primer “Destructor” en Londres, alrededor de 1870, las incineradoras británicas experimentaron varias etapas en su desarrollo, desde los hornos de combustión lenta a baja temperatura, que únicamente servían para quemar basura, a los que operaban a altas temperaturas y podían producir vapor para diversos usos^a, para llegar, finalmente, a las incineradoras que permitían generar electricidad.

A pesar de las limitaciones de operación que presentaban y de las emisiones contaminantes debidas a la incompleta combus-

^a En 1893 existía un incinerador que producía vapor en Hamburgo.

ción, el sistema se extendió rápidamente en Gran Bretaña y otros países de Europa, y de allí pasó a Estados Unidos, construyéndose en 1885 la primera incineradora americana, en Governors Island, en Nueva York^{1, a}. El sistema presentó varios problemas de adaptación al nuevo continente y su implantación fue muy irregular en las décadas siguientes, pues el vertido era un gran competidor debido a la gran disponibilidad de espacio y existía la posibilidad de obtener energía barata de otras fuentes. La “reducción” para obtener productos vendibles compitió con la incineración y como ésta también tuvo un seguimiento muy desigual, considerándose que solo era una opción viable en las grandes ciudades donde las rentas obtenidas podían compensar los gastos. Al prohibirse el vertido sobre tierra o en el agua dejaban de ser opciones posibles, los ingenieros retomaron la práctica del relleno y enterramiento de residuos, que habría de tener gran éxito desde mediados del siglo XX.

Acerca de la situación en Europa por aquel entonces encontramos la descripción que se hace en las actas del IX Congreso Internacional de Higiene y Demografía celebrado en Madrid en 1898, según es recogida por Hauser¹⁷. Por entonces, los habitantes de París tenían la obligación de reunir las basuras domésticas en recipientes (“poubelle”^b) que tenían que ser depositados cada mañana en la vía pública, para su recogida por empresas que se deshacían de la basura según le convenía. De las 600.000 t anuales que se producían en la ciudad, 220.000 eran transportadas en carros a una distancia de entre 0-8 km, fuera del término municipal; 160.000 t

^a Entre 1903 y 1905 se construyeron dos plantas para calefacción urbana y cogeneración en EEUU.

^b En Francia, en 1883, Eugene Poubelle, prefecto del Sena, firmó un edicto que obligaba a los propietarios parisinos a suministrar a sus arrendatarios un recipiente con tapa, que tomó rápidamente el nombre de “poubelle”. Eran obligatorios tres recipientes: uno para las materias putrescibles, otro para papeles y telas, y una última para vidrio, loza y cascaras de ostras.

eran llevadas por ferrocarril a una distancia media de 20 km y 100.000 eran llevadas en barca por el Sena. Los traperos estaban autorizados para expurgar las materias que podían utilizar para la venta. En Francia se había estudiado también la combustión, que ya se aplicaba a gran escala en Inglaterra, en América y en Alemania. En este país, se usaba un recipiente de hierro colocado en el patio de cada casa, donde se vaciaba la basura; concretamente en Berlín se usaba un recipiente para la ceniza y otros para el resto de la basura, que se recogían una o varias veces por semana y se vaciaban en carros cerrados, que primero eran de madera y luego de hierro, con aberturas en el costado que se abrían para echar la basura. La gestión era particular, sin intervención del ayuntamiento. El destino mayoritario de la basura eran los vertederos, que se fueron alejando progresivamente de la ciudad, llegándose a prohibir en un perímetro de 45 km de Berlín, y también se hicieron ensayos con el procedimiento de combustión.

En Madrid, hasta 1894 la higiene urbana se hacía primero por cuenta del Ayuntamiento, encomendando a varios contratistas solo el carro del transporte y los animales de tiro. Resultando el servicio poco satisfactorio, se adjudicó mediante contrata^a a una compañía belga, que transmitió luego sus derechos y obligaciones a la Sociedad de Saneamiento. Las quejas sobre el funcionamiento del servicio fueron constantes y con pretexto de incumplimiento de

^a Las condiciones incluían la limpieza con barrederas mecánicas, y la recolección y transporte de las basuras de casas, mercados, mataderos y hospitales. Habrían de disponer de 100 carros cubiertos, estancos y de poca altura, limpios, pintados y provistos de campanilla para apercibir de su paso por la vía pública, arrastrados por un caballo fuerte o dos mulas. Las basuras recogidas por el contratista serían de su propiedad y una vez incineradas podrían darles el uso que se creyera conveniente. Los hornos de incineración deberían alcanzar una temperatura de 1000 °C y estar acondicionados de manera que los gases desprendidos en la chimenea fuesen completamente inofensivos para la salud. Las materias fecales extraídas de los pozos negros y de basuras se convertirían en abono, reservando el 25 % de la cantidad total recogida diariamente para este último fin¹⁴.

cláusulas la autoridad municipal se incautó del servicio y sus instalaciones. Existían entonces tres vertederos propiedad del ayuntamiento (Velones, Extremadura y Chamartín), además de otros ochenta y dos más pequeños, pertenecientes a particulares, situados en solares, corrales o tejares, en donde se depositaban las basuras procedentes en su mayor parte de las recogidas de traperos que habitaban con sus familias en aquellos corrales. Por entonces llegaron a contabilizarse en Madrid 10.000 traperos, que hacían por su cuenta una parte de la recogida de basuras en la ciudad, de forma poco compatible con la higiene pública.

Concluye Hauser¹⁷ el relato de la situación europea diciendo: “Todas las ciudades de Europa se han visto obligadas a recurrir al sistema inglés, que es la combustión, y todos los higienistas están de acuerdo en que el amontonamiento de las basuras y muldares constituye un peligro para la salud pública. Sólo en el caso de que las ciudades no pudieran prescindir de éstos deben tener la precaución de cubrirlos con una capa de tierra de 0,50 m de alto para impedir las emanaciones mefíticas, que podrían perjudicar a la salud de los vecinos, sobre todo en verano.”

En resumen, el problema de las basuras en el siglo XIX se enfrentó con soluciones técnicas, sin abordar las causas de su generación, confiando en la ciencia y en la tecnología para tratar la creciente cantidad de residuos³³. La municipalización de los servicios sanitarios alejó los residuos de los ciudadanos, cuya responsabilidad se restringió al mínimo, haciéndoles inconscientes del flujo de los materiales y de los costes ambientales que su gestión conlleva.

7. DESARROLLO ECONÓMICO Y PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN EL SIGLO XX: DEL PARADIGMA SANITARIO AL PARADIGMA AMBIENTAL

Desde la implantación de los sistemas de saneamiento, las redes de suministro de agua y eliminación de aguas residuales recibieron mayor atención que la gestión de los desechos, pues los reformadores sanitarios consideraban que la contaminación del agua y los miasmas asociados con las aguas residuales eran las causas principales de la enfermedad³², mientras que los residuos se consideraban más una molestia que un problema sanitario. A comienzos del siglo XX las ciudades continuaron dotándose de sistemas de suministro de agua y alcantarillado basados cada vez más en estructuras de organización estatales y con importantes requerimientos de capital¹. Sin embargo, las infraestructuras para la gestión de residuos recibieron menos atención que las relacionadas con el agua, por entender que tenían menos que ver con la salud pública, lo que llevó a calificar la gestión de residuos como “*el hijo huérfano de la ingeniería sanitaria*”^a.

El vertido era el método más corriente de disposición; los vertederos eran fáciles de construir y tenían un bajo coste de operación; muchas veces estaban situados junto a los ríos, a los que llegaban residuos y lixiviados, amenazando los suministros de agua³⁴. El sistema mejoró en los años 20, cuando se desarrolló el vertido controlado (“controlled tipping”) en Gran Bretaña, realizándolo en emplazamientos designados y controlados por las autoridades municipales. Esta práctica se puede considerar precursora del relleno sanitario (“sanitary landfill”), que consistía en la

^a G. Fuller, en un artículo de 1925 citado por Melosi¹.

disposición de los residuos degradables en capas finas, que se compactaban y se cubrían con tierra u otros materiales inertes al final de cada día, a fin de reducir los malos olores y riesgo de incendio, y evitar el acceso de ratas y alimañas^a. El sistema se probó por primera vez en los Estados Unidos en los años 30^b, y se usó y mejoró por el ejército americano durante la Segunda Guerra Mundial, difundándose luego rápidamente, de modo que más de 100 ciudades de Norteamérica lo habían adoptado en 1945^{1, 11}. El relleno sanitario se convirtió en la opción preferente de eliminación de residuos urbanos, pues se consideraba un sistema económico, al tiempo que permitía recuperar terrenos para la expansión de las ciudades en crecimiento³⁵.

Aún así, continuó practicándose el vertido incontrolado, muchas veces conteniendo residuos peligrosos, y carente de cualquier medida de control sanitario y ambiental. Un ejemplo paradigmático de este tipo de desastre ambiental causada por la inadecuada gestión de residuos es el de Love Canal^c, un vecindario situado en Niagara Falls (Estado de Nueva York) que protagonizó uno de los mayores desastres ambientales que se conocen, al cons-

^a Guía del relleno sanitario según la American Society of Civil Engineers (ASCE) (1959)

^b El primer relleno sanitario en América se abrió en Fresno, California, en 1934, rellenando una trinchera que luego se cubría con tierra. En 1959 la ASCE publicó una guía del relleno sanitario en la que se recomendaba compactar los residuos y recubrirlos con tierra al finalizar cada día para evitar ratas y otros animales.

^c En 1894 William T. Love comenzó la construcción de un canal que uniría el lago Ontario con el río Niágara, con el fin de proporcionar agua y energía hidroeléctrica a una ciudad modelo que había imaginado y que no se concluyó por la falta de financiación. Entre 1942 y 1952, una empresa depositó miles toneladas de productos químicos en la zanja cavada para el canal. Poco después, el gobierno local expropió los terrenos para construir el barrio de Love Canal, incluida una escuela, ignorando la evidencias de la existencia de desechos químicos. Durante la construcción de las viviendas se rompió el aislamiento del vertedero, lo que permitió que los desechos tóxicos se filtraran al canal durante años, causando la contaminación de las aguas del río Niágara y numerosos problemas de salud en la población, que tuvo que ser desalojada. Love Canal fue declarado zona catastrófica y el barrio fue demolido en las operaciones de descontaminación.

truirse sobre un depósito de residuos industriales que acabó contaminando aguas, suelos y aire, lo que puso de manifiesto el potencial contaminante de antiguos depósitos de residuos conteniendo productos tóxicos. Los vertidos en condiciones no sanitarias constituyeron, de hecho, una causa frecuente de contaminación de suelos y aguas (Sitios Superfund en EEUU, Inventario de Suelos Contaminados en España, por mencionar algunos ejemplos). Para evitar estas desastrosas consecuencias se hicieron más estrictas las condiciones de instalación de los rellenos sanitarios, en cuanto a elección de emplazamiento y medidas de aislamiento de los residuos, para evitar los riesgos que entrañan los gases y lixiviados (US EPA en 1991³⁶, Comisión Europea en 1999³⁷).

Con el desarrollo económico de comienzos de siglo aumentó el consumo y con él la producción de residuos^a. También cambió su composición; las fuentes de calor e iluminación en el hogar ya no se basaban en la combustión de carbón y madera, sino en gas natural, electricidad y gasoil, disminuyendo el porcentaje de cenizas, al tiempo que aumentaba la proporción de papel y materiales sintéticos. Como resultado de las innovaciones de la Segunda Guerra Mundial se desarrollaron además nuevas formas de materiales plásticos, con un gran impacto en el ambiente, ya que no se degradan en cientos de años. Los vertederos se hicieron insuficientes para contener el gran volumen de residuos, en buena medida constituidos por materiales de envases, de gran volumen y lenta degradación. Faltaban terrenos adecuados para la construcción de nuevos vertederos y se hizo urgente encontrar formas alternativas de gestión.

^a La tasa de generación en EEUU aumentó en cinco veces más que el incremento de la población²⁹.

Se retomó de nuevo la incineración, que había sufrido muchos vaivenes desde su introducción en Inglaterra, siendo progresivamente reemplazados los antiguos destructores por instalaciones de segunda generación, con mejoras técnicas que conseguían una mejor operación y menos contaminación, y con sistemas de separación previa de materiales reciclables¹⁹. Bien como instalaciones individuales o centralizadas, la incineración tuvo mucho auge hasta la promulgación de leyes de protección de la calidad del aire, que ocasionaron un cierre masivo de incineradoras ante la imposibilidad de cumplir con dichas normas.

El reciclado, que ya había tenido gran valor en los períodos de guerra, volvió a cobrar importancia. El compostaje de las materias orgánicas, practicado ya desde la antigüedad^a, adquirió en este siglo un papel significativo a escala industrial. El desarrollo de la técnica de compostaje a gran escala tuvo su origen en las investigaciones desarrolladas por el inglés Sir Albert Howard en India Central, en los años anteriores a la Primera Guerra Mundial, combinando sus conocimientos científicos con los tradicionales de los campesinos. Su método, llamado Indore por la ciudad india en la que se desarrolló, se basaba en descomponer una mezcla de desechos vegetales y excrementos animales, y humedecerla periódicamente. Posteriormente, fue Ehrenfried Pfeiffer quien inició la producción industrial de grandes cantidades de compost en los años 50, utilizando un iniciador o “starter” con preparados biodinámicos y microorganismos específicos para cada tipo de materia orgánica.

^a Es sobre todo los países asiáticos de clima benigno y gran densidad demográfica donde se encuentran los testimonios más antiguos y prácticas de compostaje más sofisticadas y eficientes. En Europa se extendió desde la Península Ibérica con la expansión árabe, con conocimientos sofisticados sobre la elaboración y uso de los restos orgánicos. Tras la expulsión de los musulmanes y moriscos las técnicas de compostaje se perdieron casi en su totalidad, quedando sólo algunos testimonios aislados, como los huertos de los monasterios, o las huertas murcianas y valenciana³⁸.

Pfeiffer llevó sus experiencias de vanguardia en ciudades de todo el mundo, pero los proyectos decayeron tras su muerte prematura en 1961³⁸. En Europa se instaló en 1932 la primera planta de compost hecho con las basuras urbanas, en la ciudad holandesa de Hanmer, incrementándose progresivamente su número, de modo que a principios de los 70 llegó a haber en Europa 230 plantas, destacando Francia y España, ubicándose en nuestro país principalmente en Levante y Andalucía³⁸. Sin embargo, a partir de mediados de esa década se cerraron numerosas plantas, en buena medida debido a la deficiente calidad del compost producido, pues no se hacía separación previa en origen de la materia orgánica de los residuos urbanos. La técnica resurgiría con fuerza posteriormente como método de elección para el reciclaje de materia orgánica separada en origen, que permite recuperar el valor material de esta fracción tan relevante de los residuos y evitar la emisión de gases de efecto invernadero en los vertederos.

La segunda parte del siglo XX, entre la Segunda Guerra Mundial y los años setenta, fue particularmente extraordinaria en términos de transformación social, económica y cultural. Fue la “edad próspera”³⁹ o de la “gran aceleración” de producción y consumo en masa, pero también de producción de residuos. Como reacción, a partir de los años 60-70 y en buena medida impulsado por el libro de Rachel Carson “La primavera silenciosa” (1962) y por el informe realizado para el Club de Roma “Los límites del crecimiento” (1972) surgió la preocupación por la contaminación ambiental y sus efectos en la salud. Floreció el movimiento ambientalista y los residuos se vieron desde una nueva perspectiva, como un tercer tipo de contaminación, junto con la del aire y el agua¹. Los residuos ya no solo constituían una molestia o un problema de salud, sino un contaminante ubicuo¹. Se produce pues una transición de un paradigma de salud a un paradigma ambiental.

La protección ambiental determinará la prohibición del vertido incontrolado, y obligará al control de gases y lixiviados en vertederos, y al equipamiento de las incineradoras con sistemas anti-contaminación. Esta preocupación ambiental ha motivado también, y más recientemente, la importancia otorgada a la relación entre residuos y clima, por su importante contribución a la emisión de GEI, fundamentalmente por el metano procedente de vertederos.

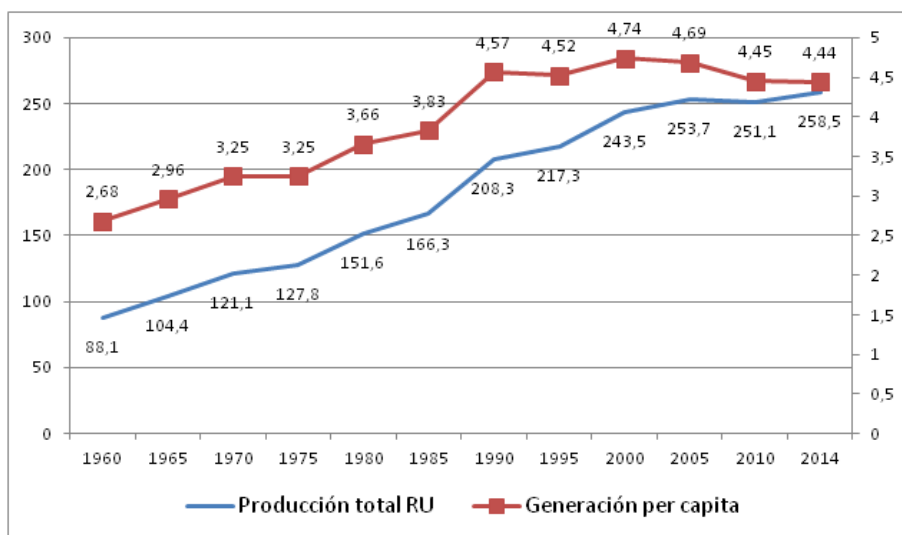


Figura 4. La gran aceleración se hizo notar en la producción de residuos urbanos entre 1960 e 2014 en EE.UU (Modificado de <https://archive.epa.gov/epawaste/nonhaz/municipal/web/html/>).

Con el “despertar ambiental” se reconoció que los residuos eran una cuestión relevante desde la perspectiva ambiental y del desarrollo. La Declaración de la Conferencia de Naciones Unidas sobre el ambiente humano en 1972 y la Declaración de Río sobre el Medioambiente y el Desarrollo en 1992 así lo establecieron. Los residuos entraron en la agenda política y los gobiernos, organizaciones internacionales, comunidades científicas y movimientos eco-

logistas se preocuparon por el crecimiento acelerado y producción de residuos³⁹. Comenzó a reclamarse un desarrollo sostenible, esto es, un equilibrio entre los recursos consumidos por la sociedad, y los residuos producidos y reciclados³⁹.

Durante la segunda mitad del siglo XX y principios del XXI se hizo un gran esfuerzo legislador, primero enfocado fundamentalmente a la vigilancia ambiental y posteriormente también a la minimización y a la recuperación del valor de los residuos.

En EEUU se promulgó en 1965 la “Solid Waste Disposal Act”, que reconocía el problema de los residuos y se enfocaba principalmente en mejorar los sistemas de eliminación. En 1967 se aprobó la “Air Quality Act”, con gran impacto en la incineración. En 1970 se aprobó la “Resource Recovery Act” (RRA), luego sustituida por la “Resource Conservation and Recovery Act” (RCRA) de 1976, que puso énfasis en el reciclado y recuperación de recursos, y conversión de residuos en energía. En 1984 se aprobó la “Hazardous and Solid Waste Amendments” (HSWA) y en 1990 la “Clean Air Act”.

En Europa todos los miembros de la UE tuvieron que adoptar estándares uniformes sobre el control de la contaminación producida por residuos. La primera regulación europea en materia de residuos fue la directiva marco 75/442/EEC, posteriormente sustituida por la directiva 91/156/EEC, más tarde por la 98/2008/CEE y muy recientemente por la 2018/850. Los residuos peligrosos fueron regulados por la directiva 78/319/EEC, luego derogada por la 91/689/EEC. La gestión de envases fue regulada por la Directiva 94/62/CEE, el vertido por la directiva 31/1999/CE y la incineración por la 2000/76/CE, además muchas otras normas relativas a residuos específicos.

Respecto a los servicios públicos de saneamiento, los sistemas de gestión de residuos alcanzaron en las últimas décadas del siglo XX el mismo estatus que otras tecnologías de saneamiento, dejando de ser “*los hijos huérfanos de la ingeniería sanitaria*”, la oveja negra de los servicios públicos.

8. LA ACTUALIDAD DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS Y DE SU RELACIÓN CON LA SALUD

El término clave del manejo actual de los residuos es la “gestión integral”, que designa el conjunto de operaciones que se integran para conseguir la mayor tasa de recuperación de residuos y la menor dependencia de la eliminación.

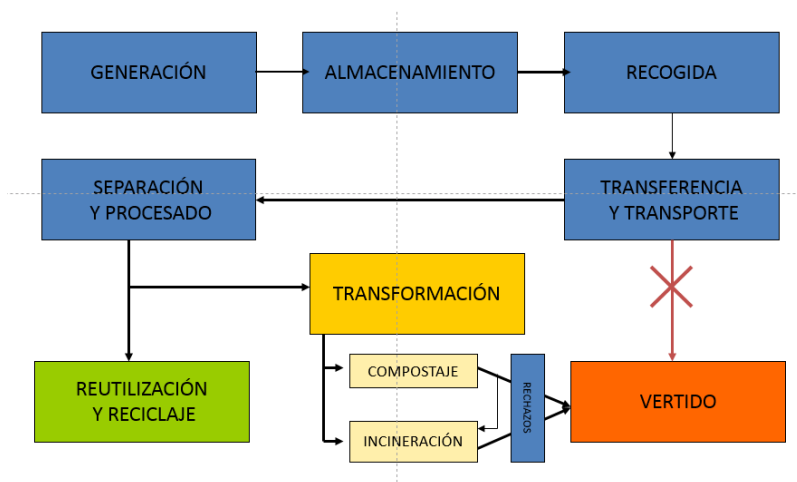


Figura 5. Elementos de la gestión integrada de residuos, que busca recuperar el mayor valor material y energético de los residuos, reduciendo la cantidad enviada a vertedero.

Con este fin, la legislación comunitaria europea ha establecido una jerarquía de gestión de residuos que da primacía, por este orden, a la minimización, la reutilización, el reciclado y la valorización energética, dejando para el último lugar la eliminación, para los residuos no aprovechables o los residuos de las operaciones de tratamiento.

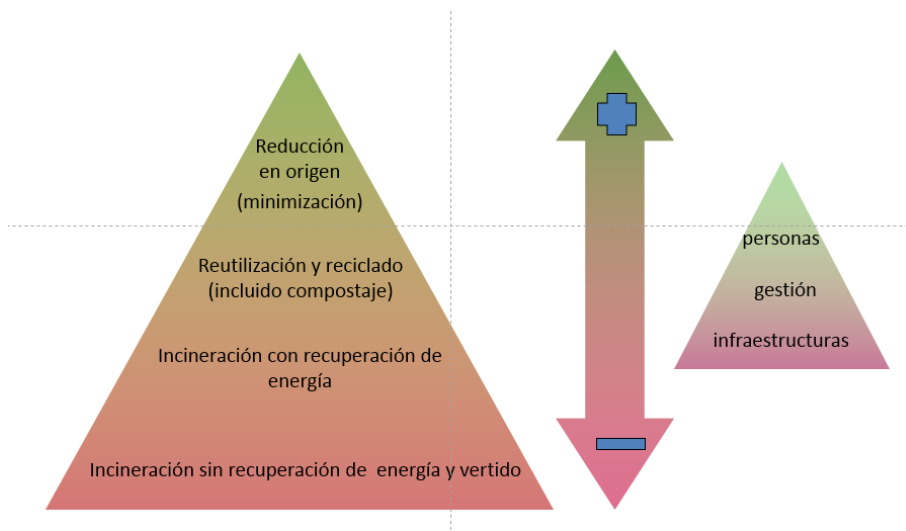


Figura 6. Jerarquía europea de gestión de residuos, en la que se otorga la mayor prioridad a la minimización de residuos, seguido, por este orden, por la reutilización, el reciclado y la valorización energética, siendo la opción menos favorable la eliminación de los residuos. Cuanto más arriba en la pirámide, más importancia tienen los comportamientos personales y aplicación de mejoras prácticas en la correcta gestión, y cuanto más abajo, más importancia tienen las infraestructuras de tratamiento y eliminación.

Aun así, la situación actual de la gestión de residuos en el mundo occidental muestra un predominio del vertido controlado; eso sí, dotado de medidas de control de lixiviados y gases de vertedero, y con responsabilidad económica y vigilancia ambiental durante el periodo de post-clausura. La energía contenida en los residuos se recupera mediante procesos de conversión térmica, mayoritariamente mediante incineración, que se realiza en grandes

instalaciones con un fuerte control ambiental; minoritariamente se usan la gasificación, la pirolisis, el arco de plasma y la carbonización hidrotermal. La reutilización y el reciclado tienen una importancia creciente, apoyados por disposiciones legislativas y programas gubernamentales^a. La desviación de residuos orgánicos hacia opciones diferentes al vertido para evitar la producción de gases de efecto invernadero también ha incentivado su gestión por medio de compostaje o biometanización, opciones muy valiosas en un contexto global de pérdida de materia orgánica en los suelos agrícolas. El tratamiento mecánico-biológico aparece también como una forma de reducción del contenido de materia orgánica de los residuos antes de su eliminación en vertedero, su incineración o para la obtención de un material estabilizado de uso en restauración.

Tabla 1. Tipos de gestión de residuos urbanos en Europa 28 (Eurostat 2018)

	1995	2015	Variación 1995-2015 (%)
Vertido	145	60	-59
Incineración	32	68	112
Reciclaje	25	72	188
Compostaje	14	40	184
Otros	10	7	-33

¿Qué papel tiene la salud en la gestión de residuos del siglo XXI? Si la preservación de la salud humana fue históricamente una de las razones principales para gestionar los residuos, en el siglo XXI este aspecto se da ya por seguro en los países desarrollados,

^a Por ejemplo, en el Reino Unido las tasas de reciclado aumentaron desde solo un 6% en peso en 1997 hasta 46 % en peso en 2014⁴⁰.

donde la preocupación pública se ha trasladado al posible efecto negativo que lugares de depósito o plantas de tratamiento puedan tener en la salud de las poblaciones cercanas. A pesar de los importantes avances tecnológicos, la mejora de la legislación y la vigilancia de la salud más sofisticada, la aceptación pública de la ubicación de las nuevas instalaciones de tratamiento y eliminación de residuos sigue siendo muy baja debido a la preocupación por los efectos adversos en el medio ambiente y salud humana⁴¹. Este temor, unido al efecto NIMBY^a, suscita con frecuencia la repulsa de las poblaciones afectadas por vertederos o plantas de tratamiento.

Ni los científicos ni las autoridades sanitarias han sido ajenos a esta preocupación. Una consulta en la base de datos Scopus utilizando los términos “wastes” (AND) “environmental health” produce más de 6.000 resultados, y más de 1.600 son seleccionados si se incluye además la palabra “review”. Algunas evaluaciones han sido realizadas a escala nacional, como la realizada por encargo del Departamento de Medioambiente, Alimentación y Asuntos Rurales del Reino Unido (DEFRA) ⁴² para instalaciones de residuos en este país, o las realizadas por Elliott y colaboradores^{43, 44}, incluyendo aproximadamente al 80% de la población del Reino Unido residente a menos de 2 km de los 9.565 vertederos existentes en el período analizado. Instituciones públicas de salud pública como la OMS^{45, 46} también se han ocupado de este problema, organizando reuniones de expertos internacionales de diversos países para poner en común la información disponible.

La evidencia científica sobre efectos en la salud de las instalaciones de eliminación y tratamientos de residuos sugiere la posi-

^a “Not in my backyard”, o no en mi patio trasero, es la reacción que se produce entre los ciudadanos que se oponen a los riesgos que supone la instalación en su entorno inmediato de ciertas actividades o instalaciones que son percibidas como peligrosas, pero sin oponerse a las actividades en sí mismas.

ble existencia de efectos adversos, incluyendo mortalidad, cáncer, bajo peso al nacer y anomalías congénitas y efectos en el bienestar⁴⁶.

Tabla 2. Opciones de manejo de residuos: principales ventajas y desventajas.

Opción	Ventaja	Desventaja
Reciclado	Conservación de recursos Suministro de materias primas para la industria Reducción de vertidos para vertedero e incineración	Requiere cooperación ciudadana Emisiones de los procesos de recuperación Puede requerir de más energía que la fabricación original Baja demanda de productos
Compostaje	Reducción de vertidos para vertedero e incineración Recuperación de materia orgánica para ser usada como enmienda de suelos	Bioaerosoles Emisión de compuestos orgánicos volátiles Potencial aporte de contaminantes al suelo
Incineración	Reduce drásticamente el peso y volumen de residuos Consigue esterilización Produce energía para generación de electricidad	Produce residuos peligrosos (cenizas volantes) Emite contaminantes: polvo, gases ácidos, metales compuestos aromáticos policíclicos, dioxinas, furanos Requiere gran inversión Poca flexibilidad de tratamientos
Vertido	Bajo coste El gas de vertedero puede emplearse para producción de energía Uso de los residuos para relleno antes de recuperación	Se pierden recursos materiales Se producen gases con potencial explosivo y efecto invernadero Posible emisión de sustancias carcinogénicas (metales, compuestos orgánicos) Se producen lixiviados Gran requerimiento de espacio Atraen vectores de enfermedad: roedores, insectos.

Los estudios versan principalmente sobre los potenciales efectos adversos de vertederos e incineradoras, y son más escasos los que estudian las plantas de compostaje. Cuando se han detectado evidencias de asociación con daños a la salud humana, la asociación más fuerte, en el caso de los vertederos, es para las malforma-

ciones congénitas, mientras que la incineración parece estar asociada con un mayor riesgo de desarrollar linfomas y sarcomas no Hodgkin⁴¹. En el caso de las instalaciones de compostaje el principal riesgo deriva de la generación de aerosoles biológicos con actinomicetos, bacterias, hongos, protozoos y componentes orgánicos, con potencial de producir enfermedades del tracto respiratorio, particularmente entre los operarios^{41, 47}.

Las evidencias sobre los efectos sobre la salud de la gestión de residuos son, sin embargo, controvertidas, pues los estudios suelen presentar carencias de información y defectos metodológicos^a, por lo que las evidencias se consideran inadecuadas o insuficientes. Una complicación adicional viene dada porque la mayoría de los estudios han investigado los impactos en la salud de antiguas instalaciones de gestión de residuos, lo que es especialmente relevante en el caso de los incineradores, que han mejorado mucho en tecnologías de depuración y calidad de inmisiones, aunque persisten muchos casos de antiguas instalaciones en uso, que típicamente afectan a grupos marginales⁴⁶.

En resumen, aunque los riesgos hipotéticos de ciertas formas de manejo de residuos sean pequeños, teniendo en cuenta la elevada población que puede estar expuesta^b, las potenciales implicaciones no pueden ser ignoradas⁴⁵. En este caso es de aplicación el “principio de precaución” que inspira la política europea en materia de medioambiente, por el cual habrán de adoptarse las medidas

^a Muchos de los estudios se ven obstaculizados por la falta de medidas directas de la exposición, que con frecuencia se suplen con medidas indirectas como la distancia a la instalación. Es asimismo difícil eliminar los efectos de los factores que podrían estar relacionados con el resultado de salud y la exposición ambiental, como la edad, el origen étnico, el género, el estado socioeconómico o de privación, el tabaquismo, el acceso a la atención médica y los antecedentes laborales⁴⁸.

^b Por ejemplo, en Gran Bretaña el 80 % de la población vive a menos de dos km de vertederos conocidos⁴³.

protectoras ante las sospechas fundadas de que existencia de un riesgo grave para la salud pública o el medio ambiente⁴⁹, aún sin contar aún con una prueba científica definitiva, dentro de un proceso de gestión del riesgo transparente y multidisciplinario, que involucre a todas las partes implicadas.

Por otra parte, si ampliamos nuestra perspectiva más allá de mundo occidental, no debemos olvidar que alrededor de 3.000 millones de personas en el mundo carecen de servicio controlado de eliminación³⁹. En otros casos, las actividades informales de recolección, tratamiento y eliminación de desechos conllevan exposiciones muy altas a agentes nocivos, por ejemplo, la recuperación de residuos electrónicos por no profesionales o la quema de desechos al aire libre. Pensemos que, en una nueva aplicación de la máxima “fuera de la vista, fuera del pensamiento”, el mundo desarrollado está exportando masivamente residuos -particularmente los electrónicos- a países en vías de desarrollo, mayoritariamente en África y Asia, donde éstos se tratan sin las adecuadas medidas de protección ambiental o de la salud.

9. LA ECONOMÍA CIRCULAR: ¿EL NUEVO PARADIGMA DEL SIGLO XXI?

Más allá de los paradigmas sanitario y ambiental que orientaron la gestión de residuos hasta el siglo XX, y superados los principales riesgos que éstos representan para la salud, en las últimas décadas el énfasis se ha puesto en la minimización de residuos y en su reutilización. Se considera que la dinámica de la economía lineal, consistente en extraer, producir, usar y tirar, ha alcanzado sus límites y hay que buscar un sistema más sostenible.

La respuesta puede estar en la Economía Circular, que pretende ser un nuevo paradigma en el punto de encuentro entre la economía y la ecología, basado en el principio de cerrar el ciclo de vida a imitación de la naturaleza, optimizando el flujo de materiales y energía, y reduciendo la generación de residuos, que pasan a convertirse en recursos, cerrando así el ciclo, según el concepto “De la cuna a la cuna”. Para ello se propone la Regla de las 6R del consumo sostenible: reducir, reutilizar, reciclar, redistribuir, reparar, reflexionar. La Economía circular y la estrategia de Residuo cero coinciden en estos objetivos.

Los efectos que este nuevo paradigma económico-ambiental tendrá en la orientación de los sistemas de tratamiento y su relación con la salud ambiental habrán de ser valorados en los tiempos a venir.

10. REFERENCIAS

1. Melosi, M. 2000. The sanitary city. Urban infrastructure in America from colonial times to the present. The John Hopkins University Press, Baltimore.xii + 168 pp.
2. Wilson, G.D. 1977. History of waste management. Editorial Van Nostran, Nueva York.
3. Alba Ramis, I. 2015. Los paisajes del desecho. Reactivación de los lugares del deterioro. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
4. Fernández Marcos, N. 2000. La Gehena de Jerusalén: geografía histórica y geografía mítica. En: (X. Dupré Raventós, J.P. Remolà (Eds.) Sordes Urbis. La eliminación de residuos en la ciudad romana. Bibliotheca Italica. Monografías de la Escuela Española de Historia y Arqueología de Roma. 150 pp.
5. García Barcala, J. <http://www.cienciahistorica.com/2014/09/25/la-historia-de-la-basura-hemos-cambiado/> [último acceso noviembre 2018]
6. Liebeschuetz, W. 2000. Rubbish disposal in Greek and Roman cities. En: (X. Dupré Raventós, J.P. Remolà (Eds.) Sordes Urbis. La eliminación de residuos en la ciudad romana. Bibliotheca Italica. Monografías de la Escuela Española de Historia y Arqueología de Roma. 150 pp.
7. Barles S. 2005. History of waste management and the social and cultural representations of waste. The Basic World Environmental History (Mauro Agnoletti, Simone Neri Serneri Eds.), Springer Verlag, Heidelberg.

8. Furla, G. 2017. When absence means things are going well: waste disposal in roman town and its impact on the records as observed in Aquileia. *European Journal of Archeology* 20 (2): 317-345.
9. Panciera, S. 2000. Nettezza urbana a Roma. Organizzazione e responsabili. En: (X. Dupré Raventós, J.P. Remolà (Eds.) *Sordes Urbis. La eliminación de residuos en la ciudad romana. Bibliotheca Italica. Monografías de la Escuela Española de Historia y Arqueología de Roma.* 150 pp.
10. Tarrats, F. 2000. Tàrraco, topografía urbana y arqueología de los vertederos. En: (X. Dupré Raventós, J.P. Remolà (Eds.) *Sordes Urbis. La eliminación de residuos en la ciudad romana. Bibliotheca Italica. Monografías de la Escuela Española de Historia y Arqueología de Roma.* 150 pp.
11. Tchobanoglous, G.; Theisen, H.; Vigil, S.A. 1993. *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principle and Management Issue.* McGraw Hill Inc., New York.
12. Melosi, M. E. 2005. *Garbage in the cities: Refuse, Reform, and the Environment: 1880-1980.* Revised edition. University of Pittsburgh Press Digital Editions. Publisher University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, Pa.
13. Havlíček, F.; Pokorná, A.; Zálešák, J. 2017. Waste management and attitudes towards cleanliness in Medieval Central Europe. *Journal of Landscape Ecology* 10 (3): 1-18.
14. Pinto Crespo, V.; Gili Ruiz, R.; Velasco Medina, F. 2014. *Historia del saneamiento de Madrid. Proyecto de investigación.* Centro de Documentación para la Historia de Madrid. Universidad Autónoma de Madrid.
15. Rodríguez Ocaña, E.; Martínez Navarro, F. 2011. *Salud Pública en España. De la Edad Media al siglo XXI.* Escuela Andaluza de Salud Pública. Consejería de Salud. 157 pp.

16. Jori, G. 2012. Salud pública e higiene urbana en España durante el siglo XVIII. Una perspectiva geográfica. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.
17. Hauser, P. 1979. Madrid bajo el punto de vista médico-social. Edición preparada por Carmen del Moral. Editora Nacional, Madrid. 549 pp.
18. Velis, C.A.; Wilson, D.C.; Cheeseman, C.R. 2009. 19th century London dust-yards: a case study in closed-loop resource efficiency. *Waste Manag.* 29(4):1282-90.
19. Herbert L. 2007 Centenary History of Waste and Waste Managers in London and South East England. Northampton: Chartered Institution of Wastes Management, London and Southern Counties Centre.
20. <https://goo.gl/s6dVbc> [último acceso noviembre 2018].
21. Urteaga, L. 1980. Miseria, miasmas y microbios. Las topografías médicas y el estudio del medio ambiente en el siglo XIX. *Cuadernos críticos de geografía humana.* 29: 34 pp.
22. Urteaga, L. 1985-86. Higienismo y ambientalismo en la medicina decimonónica. *Acta Hispanica ad Medicinæ Scientiarumque Historiam Illustrandum* 5-6: 418-425.
23. Joshi, P. Our mutual friend: The scholarly pages. <https://omf.ucsc.edu/london-1865/victorian-city/sanitary-report.html>. [último acceso noviembre 2018]
24. Chadwick, E. 1842. Report on the Sanitary Condition of the Labouring Population of Great Britain. Citado en: Ramos Gorostiza, J.L. 2014. Edwin Chadwick, el movimiento británico de salud pública y el higienismo español. *Revista de Historia Industrial* 55: 11-38.

25. Ramos Gorostiza, J.L. 2014. Edwin Chadwick, el movimiento británico de salud pública y el higienismo español. *Revista de Historia Industrial* 55: 11-38.
26. Vargas Sánchez, G. M. 2011. Dialéctica del concepto de miasma a través de la historia. Trabajo de fin de máster. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina. <http://www.bdigital.unal.edu.co/4152/1/05-598656.2011.pdf>. [último acceso noviembre 2018].
27. Campos, R. 2003. *Curar y Gobernar: Monlau, Rubio y Giné. Medicina y Liberalismo en la España del Siglo XIX*, Madrid, Nivola.
28. Ponce, G.; Dávila, J.M. 2001. Medidas higienistas y Planes de reforma urbana en el tránsito de los siglos XIX al XX en las principales ciudades de la provincia de Alicante. Universidad de Alicante. Instituto Universitario de Geografía. Alicante: Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes, Edición digital a partir de *Investigaciones geográficas*, núm. 20 (1998), pp.141-159.
29. Melosi, M. 1981. *Garbage in the cities: Refuse reform and the environment: 1880-1980*. Texas A&M Press.
30. Neira, M. 1997. Cholera: a challenge for the 21 century. *World Health*, 50, January-February (citado en Louis, 2004).
31. Pizzi, R. A. 2002. Apostles of cleanliness. *Modern Drug Discovery* (citado en Louis, 2004).
32. Louis, G. E. 2004. A historical context of municipal solid waste management in the United States. *Waste Management and Research* 22: 306-322.
33. Knowlton. 2001. Urban history, urban health. *Commentary. American Journal of Public Health*, 91 (12): 1944-45.

34. Roberts, J. Brief History of Waste Regulation in the United States and Oklahoma. <http://www.deq.state.ok.us/lpdnew/wastehistory/wastehistory.htm> [último acceso noviembre 2018]
35. Tarr, J.A. 1996. *The Search for the Ultimate Sink*. University of Akron Press, Akron, OH.
36. EPA 1991: Solid Waste Disposal Facility Criteria; Final Rule, 40 CFR 257, 258. Federal Register, 56, No. 196, October 9.
37. EC 1999. Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste.
38. <https://goo.gl/67QcXa> [último acceso noviembre 2018].
39. Bampilis, T. 2012. History of Consumption and Waste, World, 1900s. In: *Encyclopedia of Consumption and Waste: The Social Science of Garbage*. Edited by: Carl A. Zimring & William L. Rathje.
40. Wilson, D.C.; Velis, C.A. 2015. Waste management- still a global challenge in the 21st century: an evidence-based call for action. Editorial. *Waste Management and Research* 33: 1049-1051.
41. Giusti, L. 2009. A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste management* 29: 2227-2239.
42. Enviro Consulting Ltd y Universidad de Birmingham. 2004. *Review of environmental and health effects of waste management: municipal solid waste and similar wastes*. Department for Environment, Food and Rural Affairs, London.
43. Elliott P., Shaddick G., Kleinschmidt, I.; Jolley D., Walls P., Beresford J. ; Grundy, G.I. 1996. Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. *British Journal of Cancer*: 73(5):702–10

44. Elliott, P.; Richardson, S., Abellan, J.J., Thomson, A., de Hoogh, C., Jarup, L. 2009. Geographic density of landfill sites and risk of congenital anomalies in England. *Occupational and Environmental Medicine*: 66(2):81–89.
45. WHO (OMS). 2007. Population health and waste management: scientific data and policy options. Report of WHO workshop, Italy, 29-30 March 2007.
46. WHO (OMS). 2016. Waste and human health: evidence and needs. WHO Meeting Report, November 2015, Bonn, Germany.
47. Pearson, C.; Littlewood, E.; Douglas, P.; Robertson, S.; Gant, T.W., Hansell, A.L. 2015. Exposures and health outcomes in relation to bioaerosol emissions from composting facilities: a systematic review of occupational and community studies. *Journal of Toxicological and Environmental Health B Crit Rev*.18:43-69.
48. Rushton, L. 2003. Health hazards and waste management. *British Medical Bulletin* 68: 183-197.
49. Diaz-Fierros, F. 2000. O Medio Ambiente: do control de emisións á incerteza do risco. Discurso de ingreso como académico de número de la Academia de Farmacia de Galicia.