

LA CALIDAD DEL AGUA, EL FENOMENO COMUNITARIO Y LA SALUD(*)

Por JOSE LUIS PRATS VILA

Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos.

La Ingeniería Sanitaria es hoy —y posiblemente lo será aún más en los próximos años— una de las especialidades de la ingeniería de mayor trascendencia social. En torno a ella y a sus repercusiones en la vida comunitaria y en la salud trata este artículo, que recoge algunos capítulos del discurso de ingreso del autor en la Real Academia de Medicina de Sevilla, acto que tuvo lugar recientemente y del que ya dimos cuenta oportunamente en nuestras páginas.

1. Consideraciones sobre la Ingeniería Sanitaria.

La Ingeniería Sanitaria es planificar, proyectar y construir obras e instalaciones y mediante una adecuada explotación de esos medios y utilización de los demás recursos disponibles, alcanzar y mantener en el entorno del hombre condiciones de bienestar en los tres elementos básicos del medio: suelo, aire y agua.

Tiene, por tanto, dos vertientes: una de técnica ingenieril y otra que sólo en cuanto supone una actividad encaminada a la salud pública y por extensión al bienestar, puede justificar el honroso apellido de sanitaria.

Siendo el hombre objetivo común de ambas disciplinas, en la Medicina es inmediato, mientras que en la Ingeniería Sanitaria es mediato, por la obligada complejidad de los medios y procedimiento, que sin embargo, a un verda-

dero profesional, no impedirán seguir viendo el verdadero horizonte de su trabajo.

Ciertamente que los problemas de la medicina curativa sólo pueden ser resueltos por el paciente y su médico, y lo mismo ocurre cuando la terapia preventiva es individual.

Ni las economías nacionales van a poder afrontar el precio de la salud, el gasto sanitario. Todos sabemos que el progreso técnico y la justa extensión de la medicina curativa exigen una demanda crecientemente acelerada de recursos materiales y humanos. Su eficiencia debe y puede aumentarse potenciando la medicina preventiva. A su vez con el fenómeno comunitario, cobra importancia la transmisión de enfermedades y surgen además anomalías fisiológicas, psíquicas y somáticas, debidas a que en determinadas condiciones el entorno del hombre no sólo altera el bienestar, sino que en sentido amplio, podría considerarse patógeno.

En la lucha contra los vectores de enfermedades, la eficacia de los métodos químicos, biológicos e incluso genéticos, es pasajera, mientras que una mejora en la higiene del me-

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la Redacción de esta revista hasta el 30 de noviembre de 1977.

dio hace posible la erradicación de los vectores, o al menos reducir la población de vectores lo suficiente para interrumpir la propagación de la enfermedad. Es en la higiene del medio donde actúa el ingeniero sanitario. Además de las enfermedades hídricas, un buen abastecimiento y saneamiento de aguas impide los vectores de la fiebre amarilla, filariasis y fiebre hemorrágica dengue. Sólo tendrán eficacia duradera las campañas de desratización que se han hecho en Sevilla cuando se controlen eficazmente los vacíos de escombros y vertederos de basuras. A su vez, la Ingeniería necesita de la Sanidad. Es evidente que las grandes obras hidráulicas pueden proliferar vectores con aparición de esquistosomiasis, paludismo, oncocercosis u otras enfermedades, lo que exige que junto a la incidencia ecológica de las obras, se analice su incidencia sanitaria.

Así, pues, podríamos también definir la Ingeniería Sanitaria como la técnica ingenieril puesta al servicio de la Sanidad, para resolver los problemas que principalmente plantea el fenómeno comunitario.

Pero antes de examinar los matices que da el fenómeno comunitario a la relación hombre-agua, recordemos brevemente la importancia de dicha relación.

2. El agua y el hombre.

Es curioso que en los tejidos menos activos desde el punto de vista metabólico es menor el contenido de agua. Así, mientras en el óseo que es de sostén o en el adiposo que es de reserva, el contenido de agua se acerca al 30 por 100, en el tejido nervioso es del orden del 85 por 100 cuando el contenido global es del 65 por 100 en peso, del que como sabemos, un 45 por 100 corresponde al contenido hídrico intracelular y el resto al extracelular, que a su vez puede dividirse en agua circulante o plasmática, hacia el 5 por 100, y agua intersticial hacia el 15 por 100. Los médicos saben bien la importancia de las enfermedades del agua por alteraciones del líquido circulante, intersticial o agua celular, o en el balance entre el agua que el cuerpo absorbe y elimina.

Existe una cierta analogía entre el ciclo del agua en una ciudad y en el cuerpo humano. No me refiero solamente a la archiconocida similitud entre las redes de distribución y sanea-

miento con arterias y venas, respectivamente, sino a otros aspectos quizá menos conocidos.

Las pérdidas insensibles de agua en el cuerpo humano, a través de la evaporación pulmonar o cutánea, son de 0,8 a 1,2 litros diarios, o sea, del 30 al 40 por 100 del consumo. Las pérdidas de agua, o, dicho de otro modo, el agua no controlada en una ciudad, supone también del 30 al 40 por 100 del consumo.

La reutilización de agua en un abastecimiento, que cada día estimulamos más, como por ejemplo refrigeración en circuito cerrado, empleo en riegos de agua usada, etc., puede suponer una disminución del consumo entre el 6 y el 7 por 100. En el balance hidráulico diario del cuerpo humano, alrededor del 7 por 100 se reutiliza a través del metabolismo. Esto es en condiciones normales, porque cuando se padece sed, desde los nefrones el agua se recicla a la sangre, reduciéndose el caudal de orina para compensar la menor aportación exterior.

Un plan de restricciones que quizás funcione bien porque sea reflejo y por tanto no necesite de la voluntad. Los responsables de un abastecimiento público saben que el cuerpo social no colabora tan eficazmente. Recuerdo la conclusión que hacía un grupo de expertos americanos al analizar una encuesta sobre un plan de restricciones voluntarias: "Las recomendaciones, para ser eficaces, han de ser obligatorias".

El agua es un solvente casi universal y además es prácticamente inerte. Por ello, no existe otro líquido más apto para vehiculizar los nutrientes y desechos del organismo humano a través del sistema vascular y de los espacios inter e intracelulares y además ambas condiciones facilitan la depuración y reutilización. Esto es tan válido para el médico como para el ingeniero sanitario, porque sin estas condiciones no sería posible que el agua se use varias veces, ni en el cuerpo humano, ni en la cuenca de cualquier río de largo recorrido.

Pero el agua no es sólo un vehículo inerte. Desde las hidrólisis digestivas a las biosíntesis, la actividad metabólica es función de la hidratación. Como dice el doctor Bénézach, en el cuerpo humano el agua está siempre presente como líquido irremplazable: disolviendo, ionizando, hidratando, oxidando y reduciendo, estabilizando, demoliendo, reconstruyendo y transportando.

Recordemos que la gran tensión superficial del agua facilita el trabajo del corazón, que su gran calor específico amortigua las variaciones de temperatura, que su buena conductibilidad específica evita la acumulación de calor en las hipertermias locales y que su elevado calor latente de vaporización favorece la eliminación de calorías por la evaporación pulmonar o cutánea.

De hecho, y como ha demostrado la Física Biológica, estas excepcionales condiciones del agua son factores esenciales en la estabilidad térmica de la biosfera.

Si la importancia del agua es tan grande en el propio cuerpo del hombre, no es de extrañar que éste, de un modo reflejo, haya actuado en consecuencia.

En casi todas las civilizaciones se vincula el agua de una forma u otra a los orígenes de la vida. En casi todas las religiones se trata el agua con un sentido reverencial, ocupando un lugar importante en las relaciones entre el hombre y la divinidad.

El Ganges siempre fue santificado por los hindúes y en el Brahmanismo, en la trilogía de dioses principales, junto con Visnú el conservador y Siva el destructor, Brahma, precisamente el dios creador, nace de un huevo flotando sobre las aguas y uno de sus cuatro brazos sostiene, como símbolo de la riqueza, un jarro de agua.

En Egipto, los dioses más venerados descienden de Tefnut, diosa de la humedad, representada con cabeza de leona e identificada por la práctica del sincretismo con Maat, que personificaba el soplo de la vida. El centro más venerado del culto solar era un benben, piedra en forma cónica simbolizando la eminencia surgida de las aguas primeras de la creación. Los egipcios santificaron el Nilo.

Quizás los babilonios dieron la más elegante definición del agua: "El más precioso regalo que los dioses dieron al hombre". Ellos concebían el universo como un inmenso mar del que emergía, como una gran isla, la Tierra.

También en Europa, El Rhin y el Danubio eran sagrados para los germanos y los eslavos. En el *Kalevala*, epopeya escrita en 1836, pero que recoge la tradición mítica finlandesa, se relata el principio del mundo en el que la virgen Ilmatar fue fecundada por una ola. Esta asociación del agua a la fecundidad no es esporádica. El *Kalevala* tiene profundas reminiscencias clá-

sicas. Pero además esta idea es común a muchos pueblos de la antigüedad, en los que aparecen elementos del medio marino, como el pez, el erizo y la almeja, como símbolos sexuales.

Es comprensible que un pueblo tan costero como Grecia, viera en la masa aparentemente ilimitada del agua a un organismo vivo, amigo o enemigo, unas veces causa de miedo y angustia, pero otras de alegría y amor. Así, Homero, habla del río de la vida, personificado en el océano que rodeaba la Tierra.

Los griegos representaban al océano, cuya consorte Tethys, dio nombre al Mediterráneo de la antigüedad clásica, como un anciano prolijo y su arte trata de modo semejante al dios de las aguas, Poseidón, y a su hermano Zeus, el supremo, mientras que la fuerza viviente de las aguas tenía su expresión en la belleza femenina de las Ninfas, siendo las fuentes los sitios naturales de su culto, y hasta tal punto se consideraba en la Mitología la vinculación de la fuerza vital a los árboles que el agua vivifica, que cuando la fuente se secaba o el árbol se moría, moría también la Ninfa.

Tales de Mileto, el padre de la Filosofía, en el siglo VI a. de C. defendió la teoría del agua como fuente original de todas las cosas dándole la primacía entre los cuatro elementos fundamentales de la escuela presocrática: agua, tierra, fuego y aire. Otro gran naturalista y filósofo también de Mileto, Anaximander, propuso en su época la muy actual y revolucionaria teoría de que todos los animales terrestres, incluso el hombre, provienen de criaturas marinas.

En Roma, al igual que en Grecia, las divinidades de las fuentes se representaban como entes femeninos; también el agua se asocia al origen de la vida. Los romanos, con su gran sentido práctico, llamaban Iuturna a la diosa de las fuentes (de diuturna la inagotable) que no por azar se consideraba protectora de los partos difíciles. También, con gran sentido práctico, festejaban a Neptuno, el Poseidón romano en la Neptualia, el 23 de julio, en pleno estío. En la Edad Media, el pueblo confiaba al agua el papel de juez en el juicio de Dios y las brujas se sometían a la prueba.

Las Escrituras dicen que al principio sólo era el agua y el espíritu de Dios se movía sobre ella. Recordemos las raíces comunes en la etimología de las palabras mar, María y madre y hasta el nombre de la primera mujer, Eva, significa agua.

Esta vinculación del agua a la fecundidad no es exclusiva del medio marino. Todavía aparece más palpable en el terrestre, en el que sólo el agua hace posible la fecundidad de la tierra estéril. El campesino letón echa agua sobre su convecino cuando, tras el largo invierno, va a realizar el primer surco de la primavera.

Pero, a su vez, el agua fue siempre símbolo de la pureza. Las abluciones prescritas por Zo-roastro y por Mahoma tenían un carácter purificador, el agua lustral. El cristianismo vino a perpetuar este símbolo y desde sus orígenes no solamente se convierte en materia básica de los ritos de purificación, como el agua gregoriana para dedicación de templos, el agua bautismal en el sacramento o la popular agua bendita, sino que aparece en muchos casos, por su específico efecto purificador, asociada al milagro. Es lógico que con el cristianismo las hermosas esculturas de ninfas y náyades se hayan sustituido en las fuentes milagrosas por ofrendas y ex votos.

El doctor Marañón se refiere varias veces a la "noble e hispánica manía de hacer del conocimiento del agua una ciencia sutil", porque para un buen español el agua corriente y clara de la fuente es el remedio de todos los males. En el ensayo sobre Luis Vives se comentan las distintas aplicaciones, la de cisterna es la mejor si tiene que mezclarse con el vino, y como el agua, es el remedio de una copiosa comida. El conocimiento llegaba en el padre Feijoo a distinguir el agua dura de la blanda con sólo meter el dedo en ella.

Sin embargo, la visión científica del agua vino mucho después que la humanística. Hasta la segunda mitad del siglo XVIII siguió considerándose como elemento simple. Todavía se conserva en París el tubo con 45 gramos de agua sintetizada por Lavoisier, después de acabar con la teoría del flogistón. Y hasta 1932 no se descubre, por Urey, el agua pesada, contenida en un 0,2 por 1.000 en el agua natural, formada por un isótopo del hidrógeno, el deuterio y antecedente próximo de la bomba de hidrógeno conseguida por Teller y que supone la mayor fuente de energía a disposición del hombre.

Como dice Hubert Wendt en su libro *La novela del agua*, Anaximander, Lavoisier y Teller forman la trilogía de sabios que han dado su verdadera importancia científica al agua.

3. El fenómeno comunitario.

En un Congreso de urbanistas aprendí que la fuerza originaria y principal con que se tropieza a cada paso en Biología es la tendencia de la Naturaleza hacia la integridad o la salud, es decir, hacia el equilibrio. La fuerza natural que el médico explota con su arte de curar las enfermedades es también la que ha dado lugar al fenómeno comunitario. En una indudable correlación urbanístico-biológica, y considerando la familia en su hogar como una célula en la que los miembros son el núcleo y la casa la membrana nuclear, por la fuerza centripeta a que nos referimos, desde la familia como comunidad base, se ha ido evolucionando a la agrupación primaria de casas que ya existía al terminar la prehistoria, y en estados sucesivos de desarrollo, a la aldea, al pueblo, la ciudad y la metrópoli.

Por supuesto que el fenómeno comunitario no es privativo de la especie humana. Lo que ocurre es que en los animales, y según las condiciones del medio, la comunidad cumple naturalmente las leyes biológicas y en cada situación existe un intervalo óptimo de individuos con un mínimo por bajo del cuál sucumbe la comunidad por falta de socios activos si no es capaz de restablecer el punto de equilibrio, y con un máximo, por encima del cual se repite el proceso por falta de espacio vital.

La Equística, o teoría del desarrollo de los asentamientos humanos, demuestra que dicho desarrollo tuvo un carácter vegetativo hasta principios del siglo XIX. Hasta entonces la evolución, salvo situaciones aisladas y, por tanto, no significativas, se enmarcaba en las leyes biológicas a que nos referimos, manteniéndose un equilibrio en el desarrollo, porque su aceleración era casi nula. Pensemos que cuando Napoleón corrió todo lo que pudo de Moscú a París en 1812, no empleó menos días de los que hubiera César necesitado diecinueve siglos antes.

Cuando Watt, en 1782, patenta su máquina de vapor, irrumpe en escena la Tecnología. El fenómeno comunitario es la consecuencia de la explosión demográfica y tecnológica.

Los efectos de una se potencian con la otra, como ocurre con el peso y la pendiente en la carrera incontrolada de un coche sin frenos. Nunca tuvo demasiados frenos la masa creciente de la comunidad, pero la tecnología ha

puesto en el perfil del camino una pendiente cada vez más acusada. Un biólogo canadiense, el doctor Vallentyne, en un delicioso ensayo de ecología lacustre, define el *homo sapiens* como una especie cuyos componentes de masa y metabolismo no son sólo los biológicos de su interior, sino los tecnológicos de su exterior. La tecnología de los medios de transporte y comunicación hace confuso el concepto de espacio y tiempo. Esa confusión, rayana en el desconcierto, viene a demostrar la razón de quien ha definido a Fausto como símbolo del inmenso poder que da al hombre la tecnología, porque, como él, no resuelve en realidad los problemas, sino que los sustituye con otros problemas. La contaminación es un síntoma evidente de que el poder del hombre es un poco faustiano, como lo ha calificado el futurólogo Herman Kahn.

La afirmación, tan extendida, de que la contaminación es el precio del desarrollo técnico no es correcta. Porque la destrucción de la Naturaleza no es prueba de una tecnología excesiva, sino insuficiente, ya que es ignorante al menos de las leyes biológicas.

Desde mediados del siglo XIX, impulsados en buena parte por razones sanitarias, los avances de la Ingeniería en abastecimiento y saneamiento de aguas, limpieza pública y transportes colectivos, han permitido una verdadera explosión urbanística, acelerando el desarrollo de las comunidades urbanas. Los problemas sanitarios, como las enfermedades hídricas y parasitarias, se han erradicado prácticamente. Pero a cambio han aparecido una serie de indeseables atributos de las nuevas comunidades: el ruido, la congestión y los accidentes de tráfico, la contaminación atmosférica, el *stress*, la delincuencia juvenil, el alcoholismo, las drogas y tantos otros riesgos para la salud del ambiente humano, como se define una nueva y creciente actividad de la Organización Mundial de la Salud.

Reconozcamos con humildad que no se han resuelto verdaderamente los problemas. Como Fausto, los sustituimos por otros problemas. Aisladamente, nadie puede discutir los beneficios que la tecnología le produce, ni el dicho popular de que la salud no tiene precio, y, sin embargo, alguien ha dicho, con razón, que nuestra exigencia biológica innata de supervivencia está

perjudicando la capacidad de sobrevivir de la comunidad.

4. Polución y contaminación.

Existe cierta confusión en el empleo indiscriminado de las palabras contaminación y polución.

Considerando como polución el empeoramiento de las condiciones del medio ambiente en relación al hombre y sus actividades, el concepto es amplísimo, pues, aparte de los factores de polución típicos, se podría calificar de polución del paisaje urbano, por ejemplo, el alumbrado excesivo, la sustitución de un edificio por otro de menor valor estético y también, refiriéndonos a Sevilla, el barrio de Los Remedios, como ejemplo.

Sin llegar a estos ejemplos límites, la interrelación e interreacción del hombre y el medio es tan intensa, que casi toda la actividad humana es factor de polución, porque está en función lineal de la demografía y exponencial del desarrollo. Se ha dicho que producto nacional bruto = polución nacional bruta.

La Organización Mundial de la Salud califica como polución la del aire, suelo y agua, y como contaminación en el caso concreto de alimentos. Siguiendo esta norma, deberemos decir polución del agua cuando es medio (lagos, ríos, mares) y contaminación cuando el agua es potable. A todos los demás, la Organización Mundial de la Salud los designa riesgos de la salud del ambiente humano, a que ya nos hemos referido.

En los Estados Unidos, la E. P. A. (Environmental Protection Agency) establece que un contaminante es tóxico si causa la muerte, enfermedad, anormalidades funcionales, cáncer, mutaciones genéticas, anomalías psicológicas o deformidades físicas en el hombre o en otros organismos, directa o indirectamente.

Tanto la polución como la contaminación, los riesgos sanitarios ambientales y la toxicidad han de cuantificarse para diagnosticar el efecto. No puede haber tecnología sin cifras y son éstas las que permiten ponderar el riesgo y además moderar el sensacionalismo a que pueden tender las informaciones sobre contaminación y polución, en parte para hacerlas más noticiables.

Ya en el siglo XVI, un médico, Theophrastus von Hohenheim, más conocido como Paracelso, enunció "Dosis sola facit venenum". Si la dosis es suficientemente grande, todo es veneno; si la dosis es suficientemente pequeña, nada es veneno.

No existe riesgo si la contaminación no es biológicamente significativa. Los últimos ocho elementos indispensables en la dieta humana, según se ha demostrado, son el cobre, manganeso, cinc, cobalto, flúor y molibdeno, y los seis son tóxicos por encima de ciertos límites. Los otros dos son cromo y selenio, que en cantidades suficientes son cancerígenos.

Para fijar los límites de tolerancia el toxicólogo tiene que determinar previamente el nivel sin efectos, aplicar un coeficiente de seguridad y establecer la ingestión diaria aceptable para el hombre. Es claro que la evaluación de la toxicidad no ha de simplificarse contemplando sólo los efectos agudo o subagudo, sino las consecuencias de la exposición prolongada.

Por otra parte, no hay que olvidar que el medio es cambiante. La gran variabilidad de sus condiciones en el espacio y en el tiempo puede modificar sensiblemente la concentración, que es lo importante. Es fácil el mimetismo, pero induce a error, adoptando normas de otros países o extrapolando planteamientos que pueden no ser adecuados en nuestro caso.

Un especialista italiano aludía a este principio diciendo en cada intervención: "Hablo en Roma y para los romanos, hoy".

A consecuencia de este principio hay que revisar los umbrales de toxicidad cada vez que se dispone de más datos. La acción del medio sobre los elementos contaminantes no es sólo favorable porque la propia biodegradación, al tiempo que es tan útil, puede dar lugar a la aparición de nuevos compuestos con toxicidad distinta al compuesto primitivo, y, por otra parte, la mezcla de sustancias tóxicas y no tóxicas no se limita a diluir la toxicidad aparente, sino que pueden resultar efectos combinados e incluso sinérgicos.

5. La calidad del abastecimiento y la salud.

Que la calidad del agua consumida por el hombre tiene estrecha relación con la salud es un hecho admitido mucho antes de que se probara científicamente.

Hasta el siglo XIX se pensaba que las enfermedades se transmitían por el aire viciado. En 1850 el doctor John Snow estableció en Londres una relación de causa a efecto entre el agua bebida y el cólera. Poco más tarde, en 1854, el brote epidémico de cólera asiático por la contaminación del pozo de Broad Street, en el distrito londinense de Westminster, estableció la evidencia científica de que las enfermedades hídricas existían y por tanto que un abastecimiento de aguas tenía que ocuparse de algo más que de conseguir agua en cantidad suficiente. Había surgido una nueva exigencia: la calidad sanitaria del agua. Ahora nos parece muy natural, pero en aquella época, la enfermedad era un fenómeno natural que se consideraba fuera del control humano.

La importancia de la calidad ha sido creciente hasta igualar a la cantidad entre los objetivos de un abastecimiento eficiente. Pero al mismo tiempo que la cantidad de agua es cada vez mayor como consecuencia del aumento de dotación por habitante que exige la industrialización y el mayor nivel de vida, es también creciente la exigencia en calidad, no sólo porque en especial las grandes poblaciones han de utilizar cada día recursos de agua menos vírgenes, sino porque los avances de las ciencias biológicas, en especial la bioquímica, la bacteriología, la virología, la epidemiología y la toxicología, descubren cada día nuevas fronteras a la calidad.

Correlativamente, los responsables de un abastecimiento deben someterse a un continuo proceso de autocritica basado en el principio de que cada uno debe mejorar su trabajo, no sólo aplicando la tecnología actual, sino preparándose para la siempre creciente complejidad del futuro.

El suministro de agua es una cadena de procesos que termina en el grifo. Hay, por tanto, un proceso de la calidad con base en las condiciones naturales del agua y que incluye las alteraciones de calidad en el tratamiento y en la distribución.

6. La calidad del saneamiento de aguas y la salud.

La preocupación permanente del hombre por el agua desde el origen de la Humanidad no se ha limitado al aspecto positivo de po-

seerla en la cantidad necesaria, lo que implica dos aspectos negativos de prevención y lucha para evitar los perjuicios de la escasez o del exceso, sino un tercer aspecto negativo que se refiere a los enormes perjuicios del agua polucionada.

El problema de la polución parece haberse descubierto ahora. Existe una cierta angustia neurotizante y con razón alguien ha dicho que si se escribiera un poco menos sobre la polución de los ríos, éstos estarían menos polucionados, tanto es el papel que se gasta.

A pesar de la indudable actualidad del problema, en libro tan antiguo como el *Exodo*, podemos leer "Y los peces del Nilo murieron y se infectó el Nilo y los egipcios no podían beber sus aguas". Así, pues, la primera polución sería de un río que fue la consecuencia del milagro de Moisés al transformar en sangre el agua del Nilo. Un milagro que el desarrollo incontrolado, que también se ha dado en llamar milagro económico, está repitiendo al cabo de tantos siglos en algunos ríos de países desarrollados y en España, claro está.

También en el *Exodo* (15,24) y también Moisés hizo el primer tratamiento depurando las aguas de Mara, en el *II Libro de los Reyes* (2-19) Eliseo depura con sal las aguas que producían abortos. Hay una alusión concreta a las aguas residuales domésticas en el *Deuteronomio* (23,12) cuando en el segundo discurso de Moisés dice "Señalarás un lugar fuera del campamento donde vayas a hacer tus necesidades naturales, llevando un palo puntiagudo en el cinto con el cual harás un hoyo, cubriendo después con la tierra sacada el excremento".

En otros pasajes de la *Biblia* se refleja también la preocupación por la polución de las aguas.

Las Naciones Unidas, en la conferencia de Estocolmo de 1972, establecieron la necesidad de legislar con urgencia al efecto. Veinticuatro siglos antes ya se había legislado con una ponderación, claridad y sencillez difíciles de superar "Cuando alguien haya corrompido el agua ajena, sea de manantial o de lluvia recogida, echándole alguna droga desviándola o robándola, el propietario llevará la queja ante los astínomos (el astínomo era un juez municipal en la antigua Grecia, encargado de vigilar la cali-

dad del vino, del agua y de la limpieza de la ciudad) y hará él mismo la estimación del daño. Y quien se comprueba haya corrompido el agua, además de reparar el perjuicio, vendrá obligado a limpiar la fuente o el algibe conforme a las reglas prescritas por los intérpretes según las exigencias del caso y de las personas". Son palabras textuales escritas en el siglo IV a. de Jesucristo por el fundador de la Academia de Atenas, Platón, en el libro VII de sus *Leyes*. Nihil novum sub solem. Ciertamente que esta preocupación general no es nueva, sino renovada.

6.1. Saneamiento de las aguas residuales.

Es claro que no es agua residual sólo la que circula por las alcantarillas. Si en el ciclo del agua llamamos virgen a la precipitación natural, deja de serlo y pasa a ser residual en cuanto sufre alteración por la acción del hombre. Esto no es otra cosa que el uso y a veces abuso creciente del medio, con lo que se añaden a los componentes naturales del agua los residuos, en general mucho más peligrosos que aquéllos. Existe una intensa interrelación de las poluciones en los distintos medios ambientales, por lo que el agua no puede estudiarse aisladamente.

Hasta hace no muchos años, el agua residual doméstica sólo tenía materia orgánica; ahora presenta un amplio surtido de productos químicos empleados en el hogar y a veces además las basuras del triturador. Sólo los detergentes han polucionado de tal forma los cauces, que en todo el mundo se ha legislado exigiendo su biodegradabilidad. Las aguas residuales industriales contienen una gama ilimitada prácticamente de productos, algunos tan peligrosos como los residuos radiactivos y otros que no se pueden eliminar. El agua residual agrícola que hasta hace pocos años sólo podía llevar un poco de materia orgánica, hoy puede ser un complejo polucionante con el empleo masivo de abonos y pesticidas. El agua residual por uso recreativo puede contener hidrocarburos y virus. El agua subterránea, pese a estar protegida por la tierra, se poluciona con los

vacies incontrolados de residuos sólidos o semilíquidos por infiltración. El agua de lluvia es ya residual antes de llegar al suelo de las grandes concentraciones urbanas e industriales, al recoger el azufre, carbono, plomo y demás agentes de la polución atmosférica. Y todavía más, porque se llega a convertir en residual el agua antes de nacer. Confieso que angustiados por la sequía, he dirigido operaciones polucionando con productos químicos a las nubes, preñadas de agua, para provocar el parto.

Por la interrelación de las poluciones y en sentido estricto, sólo habrá agua virgen con un suelo y una atmósfera que también lo sean.

No nos puede extrañar que salvo tramos privilegiados, los ríos estén polucionados y que correlativamente la mayoría de los grandes abastecimientos, afortunadamente no el de Sevilla, utilicen en mayor o menor proporción agua residual, lo que se potencia río abajo con la reutilización del agua.

Hace algunos años comprobé que no sólo agricultores, sino ingenieros especializados, tenían una instintiva aversión a usar para riegos agua residual tratada (en los actuales años secos, los arroceros conocen bien el agua que han de tomar del Guadalquivir) cuando en buena lógica no debería repugnar tanto a la colectividad responsable de la contaminación la idea de que el agua residual convenientemente depurada pueda reciclarse parcialmente en el abastecimiento.

El objetivo del tratamiento de aguas potables y del de aguas residuales es el mismo: mantener el nivel de contaminación dentro de los límites deseables. Lo que varían son los límites.

La polución y la contaminación han existido siempre y en el medio ambiente, como en el cuerpo humano aparece la morbilidad cuando se rompe el equilibrio. Desde que el mundo existe, los productos orgánicos naturales se han eliminado por biodegradación sin aparecer acumulación excesiva gracias al mecanismo autodepurador de que dispone el medio. Como consecuencia del fenómeno comunitario que engloba naturalmente el desarrollo industrial, se rompe el equilibrio porque la gigantesca síntesis de productos puede al mecanismo natural de defensa del medio, sobrecargando el ecosistema con sustancias a las que la vida no ha tenido ocasión de adaptarse todavía.

La biodegradabilidad es la base de los procedimientos naturales o artificiales de depuración y son los más usados en el tratamiento de aguas residuales de cualquier origen, aunque existan procesos complementarios físicos y químicos, como la decantación, flotación, oxidación y otros.

Una estación depuradora de aguas residuales no es otra cosa que una concentración en el espacio y en el tiempo de la autodepuración natural. La ingeniería procura establecer unas condiciones óptimas para estimular y potenciar los agentes biológicos, defensas naturales contra el equilibrio, todo lo cual resultaba bastante paralelo a la asistencia médica.

La biodegradabilidad o aptitud de un producto en transformarse mediante agentes biológicos en gas carbono y biomasa, se está convirtiendo en condición indispensable de los compuestos orgánicos de síntesis desde los detergentes hasta la píldora anti-baby que tanto revuelo produjo en revistas especializadas de los Estados Unidos. La tasa de biodegradabilidad y la tasa de polución suman la unidad.

La complejidad y magnitud de los problemas planteados por las aguas residuales está obligando a revisar los procesos de fabricación. El establecimiento de refrigeración en circuito cerrado no sólo ahorra agua, sino que evita la polución térmica. Cambios recientes de proceso están paliando el potencial contaminante de las azucareras y otras industrias.

Se está poniendo muy caro el precio de la salud humana y el de la salud del medio ambiente también. Es lamentable que siendo tan viejo el refrán, sean razones económicas las que a la postre impongan en la Medicina y en la Ingeniería Sanitaria, por la razón de la fuerza, que más vale prevenir que curar.

7. Consideraciones finales.

En el papel creciente que sin duda tendrá la Medicina Preventiva, el ingeniero sanitario y el médico, separados hace pocos años por una aparente sima entre una formación y actitud claramente diferenciadas, pueden colaborar, logrando un efecto combinado y sinérgico. Como efectos de una misma causa el médico necesita unos conocimientos cada día mayores de matemáticas y físicas, mientras el ingeniero

sanitario necesita conocer más Biología, Psicología y otras ciencias también obligado por las consecuencias de la explosión tecnológica.

Hace cinco años, en una revista de Sociología, en los Estados Unidos, el doctor Zola afirmaba: "La Medicina se está convirtiendo en una gran institución de control social, marginando, y en cierto modo reemplazando, a más tradicionales instituciones de religión y ley. Se está convirtiendo en una nueva depositaria de la verdad".

El progreso en los últimos años, todavía menos de treinta, que son posteriores a la Declaración de los Derechos Humanos de 1948, han convertido en realidad lo que entonces era utopía: los computadores, la bomba de hidrógeno, la televisión, los pesticidas, la astronáutica, el transporte supersónico y la ingeniería genética.

El hombre puede preguntarse si todavía es humano. Surgen dudas de si la ética y la protección de los derechos humanos pueden estar en armonía con el desarrollo aplicado de la Ciencia y la Tecnología.

La terapia social que obligadamente comprende la Ingeniería Sanitaria, genera conflictos entre los derechos de un individuo y los de los demás miembros de la comunidad. El problema de la descontaminación es a fin de cuentas el bien común, *versus* el derecho individual. Su planteamiento es teóricamente irrefutable. Pero ¿y el tratamiento de aguas con aditivos como la fluoración y tantos otros casos que tan bien conocen los médicos? El administrador de la Sanidad se encuentra a veces ante la alternativa del respeto a la integridad del individuo y el legítimo objetivo del bienestar de la comunidad.

En la investigación histórica, Toynbee estableció la categoría reto-respuesta, para explicar la génesis, desarrollo y ocaso de las civilizaciones. Hace años se está retando aceleradamente al medio y la contaminación que no es otra cosa que la respuesta del medio ambiente, lo que a su vez constituye otro reto. Decía el mismo autor que la civilización es un todo indivisible en el que todas las partes se asocian y son interdependientes. A fin de cuentas, la guerra del petróleo en lo económico, o la contaminación en lo ambiental, son respuestas del mundo o el medio circundante al reto de esta civilización del desarrollo, con nuestras mismas armas económicas o tecnológicas. Recordemos que precisamente la tecnología cada vez más sofis-

tizada, es la que da lugar a que la propia autodepuración del medio produzca micropolucionantes cada vez más sutiles y peligrosos.

Nuestra civilización está acusando pérdida de control sobre el mundo circundante y fallo de la autodeterminación. Ambos son síntomas de colapso. Son palabras de Toynbee escritas acerca de la Historia, Política y Sociología, que con no menos evidencia podrían aplicarse a lo ambiental. No se producirá la desintegración que profetizaba Spengler si somos capaces de convertir el reto en estímulo, para encontrar respuestas válidas en una sucesión tan larga como sea preciso.

En esta búsqueda de respuestas, parece indicativa la evolución de los informes del Club de Roma que algo quiere tener en oráculo. En el primero: *Los límites del crecimiento* (1972), surgió la teoría del crecimiento cero, que ha sido desechada porque ciertamente no hay forma de hacer volver a la botella el genio del conocimiento.

En el segundo informe: *La Humanidad en la encrucijada* (1974), el análisis de diez regiones diferenciadas confirma la situación de encrucijada y se propugna un crecimiento armónico y equilibrado en vez del incontrolado e indiferenciado en cada rama de la actividad.

El tercero: *Reforma del orden internacional* (1976), ya no se ocupa del desarrollo técnico, sino humanístico, porque el crecimiento orgánico congruente con las leyes biológicas, sólo será integral si lo humanizamos.

Los técnicos han de abrirse a cambios quizás fundamentales en prioridades hasta ahora normales e inmutables.

Necesitamos una buena dosis de adaptabilidad que ayude, no sólo al técnico individuo, sino a las profesiones, a olvidar el yo y pensar en los demás. El gran sociólogo y urbanista Alomas decía que una de las grandes causas de desequilibrio es que a la técnica contemporánea se le está olvidando pensar más allá del tablero de dibujo o del muro del quirófano.

Porque confiamos en el creciente arsenal informativo a nuestro alcance y con demasiada frecuencia trabajamos esclavizados por la prisa, ejercitamos casi sólo la memoria, como si la concentración fuera sólo necesaria para el investigador científico, olvidando que aunque lo decía para ellos, deberíamos aplicar en nuestro trabajo cotidiano aquel consejo de Ramón

y Cajal sobre "el maravilloso poder de la atención prolongada".

Nos hace falta una buena dosis de objetividad, porque frecuentemente en las discusiones formulamos nuestros razonamientos no en provecho de nuestros conocimientos, sino de nuestras creencias.

Se ha dicho que la Ciencia parece empujar a la Sociedad en direcciones que sólo parcialmente entiende y que desde luego no ha escogido. Ya en 1939 escribió el biólogo Rostand: "la Ciencia nos ha hecho Dioses sin ser completamente merecedores de ser hombres".

Bernard Shaw definía el milagro como un suceso que engendra fe. La técnica parece milagrosa cada vez que descubre nuevos horizontes o encuentra las causas hasta ahora ocultas, y, sin embargo, mientras la Humanidad alcanza fronteras increíbles en lo material, sigue buscando los milagros, quizás porque está falta de fe, esa fe que la Tecnología no puede saciar porque resuelve un problema planteando otro nuevo. Marañón lo dijo con hermosas palabras: "Si se demuestra que la campana de Velilla no

tocaba sola o se explica la razón biológica del brote milagroso de una flor, se habrá destruido un error, pero el milagro subsiste porque milagro es la voz de los bronces y el ritmo misterioso de la savia en primavera".

La crisis de nuestra época podrá ser superada dando un sentido espiritual y humano a la técnica y al desarrollo. Yo no creo que el camino sea fácil, pero estoy seguro de que es posible, y, remedando a Machado, me atrevo a decir que este camino también lo pueden hacer en una andadura revitalizada las Academias, que tienen quizás sobre otras instituciones las ventajas de la serenidad sobre el apasionamiento, del desinterés sobre la obligada defensa de intereses de grupo, de los pocos sobre los muchos, de la voz sobre el eco.

Y permitidme terminar citando al gran ensayista Aldous Huxley cuando al final de su vida confesaba: "Es algo embarazoso reconocer que después de cuarenta y cinco años de investigación y estudio, el mejor consejo que pueda dar a la gente es que cada uno sea un poco más amable con los demás".