

Salud ambiental: Revisiones

Master en Investigaciones y Avances en Medicina Preventiva y Salud Pública

Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Granada. Facultad de Farmacia. Campus Universitario de Cartuja. 18071 Granada. España. Correo-e: dpto_prev@ugr.es

Cambio climático, alimentación y ética

María Jesús FERNÁNDEZ FENOY
Alumna del Master

INTRODUCCIÓN

La energía recibida por la Tierra desde el Sol, debe ser balanceada por la radiación emitida desde la superficie terrestre. En ausencia de cualquier atmósfera, la temperatura superficial sería aproximadamente $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esta es conocida como la temperatura efectiva de radiación terrestre. De hecho la temperatura superficial terrestre es de aproximadamente $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La razón de esta discrepancia de temperatura, es que la atmósfera es casi transparente a la radiación de onda corta, pero absorbe la mayor parte de la radiación de onda larga emitida por la superficie terrestre. Varios componentes atmosféricos, tales como el vapor de agua, el dióxido de carbono, tienen frecuencias moleculares vibratorias en el rango espectral de la radiación terrestre emitida. Estos gases de invernadero absorben y reemiten la radiación de onda larga, devolviéndola a la superficie terrestre, causando el aumento de temperatura, fenómeno denominado efecto invernadero.

Es decir, la Tierra recibe energía del Sol en forma de radiación electromagnética, la superficie terrestre recibe radiación ultravioleta (UV) y radiación visible y emite radiación terrestre en forma de radiación infrarroja. Estos dos grandes flujos energéticos deben estar equilibrados. Pero la atmósfera afecta la naturaleza de este balance. Los gases invernadero permiten que la radiación de onda corta solar penetre sin impedimento pero absorben la mayor

parte de la emisión de ondas largas terrestres. Por ello la temperatura global promedio es de 288 K ($15\text{ }^{\circ}\text{C}$), 33 grados más alto que si no tuviera atmósfera.

Los flujos de humedad y masa dentro de la atmósfera y los componentes del sistema climático deben estar en equilibrio. El balance de los flujos determina el estado de los climas y los factores que influyen sobre ellos a escala global deben ser considerados los causantes del cambio global.

La temperatura media global de la superficie de la tierra ha aumentado de manera variable en el último siglo, a pesar de que los registros de CO_2 y O_2 en la atmósfera terrestre permanecen casi constantes en la actualidad. El CO_2 es la referencia de la capacidad del efecto invernadero ya que depende de la capacidad de absorción de radiaciones y del tiempo durante el cual está presente en la atmósfera dicho gas.

En el último siglo la mayor parte del calentamiento ha ocurrido en dos periodos, entre 1910-1945 y entre 1976 y 2000. El acuerdo del protocolo de Kyoto (desarrollo del Convenio Marco de la ONU para el cambio climático) incluye actualmente seis gases de efecto invernadero, que son:

Gas		Tiempo medio de residencia en la atmósfera (años)
Dióxido de Carbono	CO_2	50-200
Metano	CH_4	10,5
Óxido nitroso	N_2O	132
Compuestos hidrofluorocarbonados	HFCs	1-65
Compuestos perfluorocarbonados	PFCs	55-500
Hexafluoruro de azufre	SF_6	3200

Fuente: Houghton J. T. Climate Change 1992.

La combustión de hidrocarburos produce dos gases esenciales para la vida: el dióxido de carbono y el vapor de agua. Esto significa que, si no existieran (que de forma natural están, pero ahora potenciados por el uso de combustibles fósiles), la temperatura de la Tierra bajaría de los 15 °C de media anual a -18 °C. Es decir, el carbono sirve para que las plantas puedan alimentarse, y el vapor de agua fija el calor y evita que se escape al espacio, aunque también provoca el calentamiento global.

El clima es consecuencia del vínculo que existe entre la atmósfera, los océanos, las capas de hielo (criosfera), los organismos vivientes (biosfera), y los suelos, sedimentos y rocas (geosfera). Se debe considerar al sistema climático bajo esta visión para poder entender los flujos de materia y energía en la atmósfera y finalmente comprender las causas del cambio global.

CAMBIO CLIMÁTICO DE ORIGEN ANTROPOGÉNICO

Las mejores coherencias se encuentran cuando compaginamos origen antropogénico y natural. Aunque tanto las fuerzas naturales como las humanas contribuyen a perfilar el cambio climático de la tierra, la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático lo define como *el cambio en el clima que es atribuible directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se añade a la variabilidad natural del clima observada en periodo de tiempos comparables*. De hecho la mayor parte del calentamiento causado en la segunda mitad del siglo pasado fue debido a las actividades humanas (90% de certeza según informe IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) de 2007).

Alrededor de tres cuartas partes de las emisiones antropogénicas de CO₂ que se emiten a la atmósfera son debidas a la combustión de combustibles fósiles. En concreto, en la agricultura moderna, los combustibles fósiles representan ahora un 90 % de la energía exosomática utilizada en los países desarrollados.

Se estableció que hacían falta 10 kcal de energía exosomática para producir 1kcal de alimento que llegara al consumidor en el sistema alimentario estadounidense, como referencia a los demás países industrializados.

Suponiendo una cifra de 2.500 kcal per capita para la dieta diaria, la ratio 10/1 se traduce en un costo de 25.000 kcal de energía exosomática per capita por día. Sin embargo, considerando que el rendimiento promedio de una hora de trabajo endosomático es de cerca de 100.000 kcal de energía exosomática, el flujo de energía exosomática requerido para suministrar la dieta diaria es logrado con sólo 20 minutos de trabajo en nuestro sistema actual. Desgraciadamente, si se eliminan los combustibles fósiles de la ecuación, la dieta diaria requerirá 111 horas de trabajo endosomático per

capita; es decir, la actual dieta diaria requeriría casi tres semanas de trabajo per capita para producirla.

Si el promedio actual de emisiones de dióxido de carbono per cápita en el mundo industrial se extendiera a todos los países, la atmósfera tendría que absorber cinco veces más emisiones de las que, de hecho, puede procesar (incluso sin tener en cuenta el aumento demográfico). En este hipotético caso harían falta los sumideros de carbono de cinco planetas como el nuestro.

Una vez que la huella de la humanidad sobrepase el nivel de sostenibilidad, como sucede en estos momentos, necesariamente habrá que desacelerar. Si no se adoptan medidas de ecoeficiencia y desmaterialización de la actividad productiva será la propia naturaleza la que, según se vayan agotando los recursos se detenga, al imponer severas restricciones para la obtención de nuevos flujos materiales.

Podemos seguir mermando los recursos naturales durante un tiempo, como está ocurriendo, pero pasado este corto proceso de extralimitación, los caudales de producción tendrán necesariamente que reducirse al chocar con los límites naturales.

Hacia el año 2030, la proyección indica que la población tocaría techo y empezaría a decrecer, impulsada la mortalidad por la falta de alimentos y servicios sanitarios para las personas más pobres. La esperanza de vida media, estimada en 80 años para 2010, empezaría a declinar si no se producen cambios relevantes en la economía, la población, las tecnologías y los valores.

Para ello es necesaria una acción rápida y decidida para evitarlo. La base de los recursos ha de protegerse con suma rapidez y es preciso reducir drásticamente el consumo de los mismos. Hay que rebajar igualmente las tasas de contaminación por debajo de lo que es sostenible; es decir, es preciso reducir la energía exosomática.

ÉTICA PERSONAL Y ÉTICA GLOBAL

Según la OMS alrededor de 13 millones de personas mueren al año por diversas causas medioambientales, siendo países de África y Asia de los más afectados por este problema actualmente.

Los efectos del cambio climático están recayendo desproporcionadamente en los lugares con menos recursos para afrontarlos del planeta. Estas consecuencias tendrán un coste de salud pública cada vez más acusado en aquellos lugares de la tierra que menos han contribuido a agigantar el problema. Los países en vías de desarrollo son más vulnerables al efecto del cambio climático que los países desarrollados.

En el segundo de los cuatro informes del IPCC de 2007 se documentan los efectos que ya se están produciendo en los distintos ecosistemas, valorando los cambios que se auguran debido a la actividad humana en el próximo siglo. La escasez de agua, que afectará a miles de millones de personas; aumentará la sequía, se producirá un incremento de la tempera-

tura de 0,2 grados por década en los próximos 30 años, que dará una subida del nivel del mar por lo que habrá más inundaciones; se multiplicarán los huracanes, las tormentas y se alterará la distribución y la abundancia de la vida marina. Y todo ello hará que haya más hambre al disminuir la producción de alimentos en los países más pobres del mundo, aumentando cada vez más las diferencias entre los países ricos y los países pobres.

La deforestación tiene tanto consecuencias locales como globales por un enfriamiento local y por la deforestación de la superficie terrestre, pero calentamiento mundial por la elevación de los niveles de CO₂ en la atmósfera.

Al aumentar el calor, el vapor de agua de la atmósfera también asciende, y con él aumentan la nubosidad y el promedio de precipitaciones. Sin embargo, estas lluvias no se distribuirán de manera homogénea, sino que la brecha entre regiones secas y húmedas aumentará.

Algunas de las conclusiones del informe IPCC de 2007 son:

- Disminución progresiva de la disponibilidad de agua en el sur de Asia y África.
- Disminución de la producción de trigo, maíz y arroz en India y China, que impedirá lograr los Objetivos de Desarrollo del Milenio.
- Pérdida de glaciares en Asia, Iberoamérica y Europa, que producirá problemas de abastecimiento de agua y aumento de inundaciones y riesgos por la crecida del nivel del mar en los grandes deltas asiáticos como el Ganges-Brahmaputra (Bangladesh) y el Zhujiang (Río Pearl).
- Si la temperatura aumentase 3 °C (se estima que lo hará en torno a 6,4 °C) se intensificará el fenómeno de El Niño (corriente cálida del Océano Pacífico responsable de numerosas inundaciones en América y África).

Además de las consecuencias humanas citadas, hay que añadir la mortalidad por el efecto del calor y de enfermedades por vectores. Los mosquitos y otros insectos transmisores de enfermedades infecciosas como el dengue o la malaria se irán desplazando hacia el norte, con un aumento potencial de decenas de millones de casos de malaria por año. Un ejemplo de las enfermedades sufridas sería África, que se lleva aproximadamente el 70-80% de los casos de malaria mundiales, y sin embargo tienen unos de los índices de emisiones contaminantes per cápita más bajos del mundo.

Respecto al hielo, la Organización Mundial de Meteorología estima que se está reduciendo en torno a 8,6% cada década, el equivalente a 60.421 km² por año. En este sentido, el cambio climático se acompañará de una aceleración de los ciclos de lluvia y nieve, con incrementos tanto de inundaciones como de sequías. Esto conduce al desplazamiento de millones de personas de países isleños y zonas deltaicas. En las islas Marshall, en el Océano Pacífico

su elevación ya no supera los dos metros sobre el nivel del mar, están viendo desaparecer las islas. Algo que ya ha ocurrido a Lohachala, en India, donde vivían 10.000 personas hace una década y que definitivamente se ha tenido que dar por desaparecida en diciembre de 2006.

Pero el cambio climático tendrá efectos más profundos, con grandes consecuencias para la salud de las poblaciones. Serán más frecuentes situaciones extremas de calor o frío. El calor extremo y la sudoración aumentan la viscosidad de la sangre y los niveles de colesterol, lo que podría contribuir a un aumento de las enfermedades respiratorias y cardiovasculares. El intenso frío, a su vez, el estrés por causas cardiovasculares, variaciones en la presión sanguínea, la viscosidad de la sangre, el colesterol y fibrinógeno y la vasoconstricción, pueden conducir a la muerte súbita por ruptura de las placas de ateroma secundaria a la vasoconstricción coronaria. El aire muy caliente y seco provoca irritación en las vías respiratorias, el aire frío lleva a la congestión nasal, lo que obliga a respirar por la boca lo que facilita la propagación de las infecciones respiratorias en el invierno.

Ello hace que, dentro de una misma población, las personas más vulnerables, las que dependen del sistema público de salud para su atención, incluyendo pobres, enfermos crónicos, ancianos, discapacitados e inmigrantes no asegurados, sean los más afectados por los efectos en la salud del cambio climático.

Respecto a la agricultura, los países pobres del sur están siendo estimulados para producir cultivos de exportación, pero los precios mundiales de estos cultivos comerciales han disminuido un 50% durante los últimos 20 años. Un informe de la ONU sobre los 48 países más pobres del mundo muestra que, a pesar de que estos países han abierto sus economías, cayeron en una pobreza más profunda.

Pero las verdaderas repercusiones se dejarán sentir en las zonas donde la producción de alimentos a menudo ya es marginal. La reducción más voluminosa de la producción de cereales se dará en los países en desarrollo, equivalente a alrededor del 10%. Los países más perjudicados serán los más pobres, que tienen menos medios para hacerle frente a la situación. Algunos estudios recientes sobre este tema confirman esta perspectiva. En un estudio realizado en 1996 por la FAO sobre los efectos del cambio climático en la producción de cereales, en las mejores circunstancias posibles para 2060 habría 12 millones de personas menos en peligro de sufrir hambre, pero en las peores circunstancias habría 300 millones más de personas con hambre en el mundo.

Especial atención requiere el riesgo del elevado consumo de carne, tanto por exacerbar el cambio climático como por contribuir directamente a determinadas enfermedades, debido tanto al consumo de alimentos de origen animal como a la producción de ganado.

Respecto a la afectación animal y vegetal, el segundo de los cuatro informes sobre cambio climá-

tico elaborados por el panel de expertos de la ONU señala que entre el 20 y el 30% de las especies animales y vegetales del planeta se extinguirá irremediablemente si el calentamiento prosigue al ritmo actual.

El cambio climático cambiará el comportamiento estacional de muchos animales. De hecho ya está aumentando la temporada de crecimiento. Distintas áreas son ahora más templadas y secas que otras y las plantas y animales no están afrontando estos cambios directamente, sino que se están reproduciendo, floreciendo o hibernando en fechas distintas a las habituales que solían usar. Muchas especies serán incapaces de adaptarse lo suficientemente rápido a estos cambios y se podrán extinguir.

Otros científicos señalan que, por el contrario, sus estudios no han descubierto cambios genéticos en muchos animales como consecuencia del aumento de las temperaturas. Sin embargo, también se advierte de que es posible que las poblaciones de animales grandes con ciclos de vida más largo y poblaciones más pequeñas experimenten una declinación.

El informe muestra que ciertos grupos de aves, como las marinas y las migratorias, son muy sensibles y responden muy pronto a los niveles actuales de cambio climático, ya que los cambios de las temperaturas mundiales afectan a su comportamiento. Y algunas especies ya están experimentando los impactos por lo que, en el futuro, el cambio climático pondrá en peligro a un gran número de especies.

El efecto invernadero afecta a las aves de forma directa al modificar las temperaturas, las lluvias y humedad y, de forma indirecta, cambiando su hábitat al aumentar el nivel del mar o el uso agrícola excesivo de la tierra y la destrucción de los bosques.

En resumen algunos expertos señalan que los efectos del cambio climático en animales, vegetación y seres humanos comienzan a dejarse notar y podrían acentuarse a medio plazo. De hecho, las aves han sido las primeras en notar los cambios de temperatura, por lo que cambian sus ritmos migratorios y pueden tener problemas durante los periodos de cría. Este fenómeno provoca además la aparición de enfermedades extinguidas o que nunca había existido en determinadas zonas.

Así, además de lo dañino que resulta para la salud humana, nuestro egocentrismo no debiera hacernos perder de vista el daño irreparable que está afectando a todo tipo de vida orgánica, sustentadora de la nuestra. Son muchos los casos de cambios de comportamiento en animales y plantas a causa del actual cambio climatológico.

AGRICULTURA SOSTENIBLE

La sostenibilidad señala un horizonte que relaciona las capacidades de los seres humanos para organizarse en sociedades que sean viables no sólo a corto y medio plazo, sino también a largo plazo, garantizando así una vida de calidad para las generaciones futuras.

Algunos autores, aunque concluyen que la erosión agrícola parece no tener un impacto significativo sobre la cantidad de CO₂ total emitido a la atmósfera y no necesita ser considerada como agente primario del calentamiento global, también admiten que se desconoce cómo va a evolucionar ese carbono en el futuro, ya que es posible que, si la temperatura aumenta, aumente la velocidad de descomposición de materiales depositados, lo que puede conllevar otros cambios.

Otros responsabilizan a la agricultura de cerca de un tercio de las emisiones de gases de efecto invernadero, casi todas de dióxido de carbono. Los vegetales eliminan el CO₂ de la atmósfera y, a través de la fotosíntesis, lo transforman en su estado sólido, carbono, que forma gran parte de los vegetales. Desde el punto de vista del cambio climático, esto se llama secuestro de carbono. Otra forma de secuestro de carbono es enterrar el CO₂ en el suelo, para reducir el efecto de invernadero. Pero al ararse las tierras, el dióxido de carbono se libera de nuevo a la atmósfera.

La pérdida de la eficiencia energética en la producción agrícola ha sido, también, un gasto adicional de energía por el transporte y transformación de alimentos, por un lado, el fuerte aumento de la distancia entre los lugares de producción y consumo, y por otro, un uso creciente de los procesos de transformación de la producción de alimentos. Ambas tendencias han exacerbado la huella de la producción de energía, distribución y consumo de alimentos.

En la dirección contraria el riesgo para la salud humana derivado del consumo de alimentos está relacionada con el cambio climático. Riesgos cualitativos de naturaleza química (contaminantes, residuos, sustancias peligrosas de origen natural y aditivos alimentarios) o microbianos (microorganismos patógenos), y también cuantitativos, de los riesgos relacionados con la incertidumbre de acceso a los alimentos motivados por una disminución de la productividad agrícola y en situaciones meteorológicas extremas. Esta caída en el sistema de producción requiere una reflexión sobre la evolución y el tipo de producción agrícola, y sobre la adaptación de las prácticas agrícolas con los nuevos riesgos, asociados con el cambio climático.

En la actualidad, casi un 40% de toda la capacidad fotosintética basada en los suelos ha sido apropiada por los seres humanos. Virtualmente toda la tierra productiva de este planeta está siendo explotada por la agricultura. La que queda sin usar es demasiado abrupta, demasiado húmeda, demasiado seca o pobre en nutrientes del suelo.

A partir de los años 50 la energía tuvo que provenir de medio exosomático, fue suministrada por combustibles fósiles en la forma de fertilizantes (gas natural), pesticidas (petróleo), e irrigación alimentada por hidrocarburos. Aumentó el flujo de energía a la

Comparación del impacto ambiental de las diferentes formas de producir electricidad

Fuente de energía	Emisiones de contaminantes en la producción de electricidad: todo el ciclo de combustible (toneladas por GWh)							
	CO2	NO2	SO2	Partículas sólidas en suspensión	CO	Hidrocarburos	Residuos nucleares	Total
Carbón	1.058,2	2,986	2,971	1,626	0,267	0,102	--	1.066,1
Gas natural Ciclo combinado	824,0	0,251	0,336	1,176	TR	TR	--	825,8
Nuclear	8,6	0,034	0,029	0,003	0,018	0,001	3,641	12,3
Fotovoltaica	5,9	0,008	0,023	0,017	0,003	0,002	--	5,9
Biomasa	0	0,614	0,154	0,512	11,361	0,768	--	13,4
Geotérmica	56,8	TR	TR	TR	TR	TR	--	56,8
Eólica	7,4	TR	TR	TR	TR	TR	--	7,4
Solar térmica	3,6	TR	TR	TR	TR	TR	--	3,6
Hidráulica	6,6	TR	TR	TR	TR	TR	--	6,6

Fuente: US Department of Energy, Council for Renewable Energy Education

agricultura en un promedio de 50 veces el consumo energético respecto a la agricultura tradicional. En los casos más extremos, el consumo de energía por la agricultura ha aumentado en cien veces o más. El consumo de energía agrícola se reparte como sigue:

- 31% para la producción de fertilizantes inorgánicos.
- 19% para la operación de maquinaria agrícola.
- 16% para transporte.
- 13% para irrigación.
- 8% para la crianza de ganado (sin incluir el alimento para ganado).
- 5% para secar la cosecha.
- 5% para la producción de pesticidas.
- 8% para usos varios.

Los costes de energía para embalaje, refrigeración, transporte al comercio minorista, y la cocina doméstica no han sido considerados en estas cifras.

El consumo de agua (litros) por kilogramo de alimento es el siguiente (Jane Goodall, 2005):

- Carne de vacuno: 98.000
- Pollo: 3.480
- Soja semillas 2.000
- Maíz 1.400
- Trigo 870
- Patatas 490

La entrada de energía ha seguido aumentando sin un aumento correspondiente en el rendimiento de las cosechas. Y sin embargo, debido a la degradación de los suelos, las crecientes demandas de control de

plagas y los crecientes costes de energía para la irrigación, la agricultura moderna debe continuar aumentando su gasto de energía sólo para mantener los actuales rendimientos de los cultivos.

Antes de la revolución industrial, virtualmente un 100% de las energías endosomática y exosomática era generado por el sol. Los combustibles fósiles representan ahora un 90% de la energía exosomática utilizada en países desarrollados.

El transporte a larga distancia de alimentos se ha duplicado en los últimos 30 años y la globalización duplicará la cantidad. Cada paquete de comida que compramos ha sido transportado al supermercado.

Pero algunos productos consumen más combustible y crean más

dióxido de carbono que otros. Las largas distancias conjuntamente con el gran volumen o peso originan las mayores cargas al ecosistema. Además de ese factor también hay que tener en cuenta el transporte de animales, el embalaje de los alimentos, la maquinaria agrícola, pesticidas, etc.

La agricultura tecnológica aumenta la erosión de los suelos, contamina y extenua las aguas subterráneas y superficiales. Se erosiona el suelo y se abusa de las tierras de cultivo, por lo que se produce un mayor aumento aún de los combustibles fósiles.

Cada año se pierden más cosechas por plagas debido a la falta de rotación de los cultivos. Se puede ejemplificar el caso de EEUU, en el que casi un 50% de la producción de maíz se establece en el sistema monocultivo lo que hace que aumente el número de plagas, y con ellas el uso de pesticidas.

Algunos autores muestran que la actividad agrícola promueve la absorción de una cantidad de CO₂ equivalente al 1,5% de las emisiones producidas por los combustibles fósiles. Muestran que cantidades elevadas de carbono son desplazadas por la erosión y enterradas en las cuencas predominantemente agrícolas.

ALTERNATIVAS

La agricultura ecológica no es un sistema viable con el que hacer frente a las necesidades de alimento del mundo actual, asociada como está a menores

producciones. En los países industrializados, los excedentes de alimentos generan precios por debajo del coste de producción con lo que muchos países no pueden permitirse el lujo de producir el cultivo ellos mismos ni de la compra de los productos químicos necesarios. A la vez, la agricultura en los países industrializados depende en gran medida de la importación de cultivos comerciales para alimentar el ganado, con lo que compite directamente con la producción de los alimentos para los países en desarrollo. Esto crea que sean atrapados por la situación. Así, si la agricultura ecológica no es viable sería conveniente averiguar si el actual planteamiento podrá resolver el problema actual de los países en desarrollo.

El enfoque ecológico más adecuado sería, entre otros, lo que concierne al freno del cambio climático, como el mantenimiento de la fertilidad del suelo y el control de plagas y enfermedades.

Las opciones son la agricultura de labranza cero y la agricultura de conservación, en las que se elimina el uso del arado. Los agricultores, en cambio, dejan los residuos de los cultivos en el suelo, para protegerlo del viento, promover la actividad biológica y producir materia orgánica. Estas técnicas reducen considerablemente la emisión de dióxido de carbono. En 2000, las emisiones mundiales de CO₂, sin contar las emisiones naturales, fueron de casi 23 900 millones de toneladas. Las tierras agrícolas, con una gestión adecuada, podrían secuestrar entre 1 640 y 2 240 millones de toneladas de carbono. En los Estados Unidos, la utilización de mejores prácticas agrícolas podría secuestrar el equivalente al 10% del total de emisiones de carbono del país.

Otros estudios alertan por otro lado de que las soluciones potenciales para los problemas de suministro energético del planeta exacerban negativamente el impacto del calentamiento global sobre la salud. En particular, por la generalización del uso de los biocombustibles, que podría ocasionar otros problemas, como la aceleración de la deforestación, que afectaría al suministro y a los precios de los alimentos, es decir, a los más pobres.

El *mecanismo para un desarrollo limpio* previsto en el Protocolo de Kyoto permite a los países más ricos compensar parte de sus emisiones mediante el financiamiento de un desarrollo limpio en los países menos ricos.

Se debe mejorar la eficiencia de los automóviles. Se lograría a través de mejor tecnología, aliviando la estructura, mejoras en los motores y transmisión, reduciendo el roce aerodinámico, disminuyendo la resistencia de las ruedas, etc.

También acelerar las mejoras de eficiencia en el uso energético de industrias, residencias y establecimientos comerciales y públicos, por medio de políticas efectivas.

Estimular y acelerar la investigación y desarrollo de tecnologías basadas en fuentes de energía de

energía renovable es básico, así como terminar con la deforestación y estimular la reforestación.

CONCLUSIONES

A pesar del efecto duradero a largo plazo de los efectos actualmente reconocidos, como la composición de la atmósfera, el efecto radiante y el clima, con sus correspondientes consecuencias ya citadas, es básico pensar que unas mejores medidas energéticas contribuirían a estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero frenando la velocidad de dichos efectos.

El sistema de salud pública será una primera línea de respuesta a situaciones de emergencia causadas por estos posibles cambios. Asimismo, desempeñan un papel fundamental en informar, educar y facultar a la nación para hacer los cambios necesarios para mitigar el problema. Por tanto, estar en buena posición para liderar el camino en el tratamiento de los efectos en la salud del cambio climático a través de la preparación, prevención, la investigación, las asociaciones y la política. El primer paso es asegurarse con conocimientos y comprender la relación entre el cambio climático y la salud.

El verdadero desarrollo es para todos, entendido no sólo en términos económicos, que también, sino fundamentalmente como un avance de la conciencia y de la solidaridad que contrarreste la destrucción ambiental y la desigualdad que ahora experimentamos. Por ello el progreso debe ser global, tomando como referencia la situación general del planeta, tanto en los aspectos ecológicos como en los humanos y sociales. Una sociedad sostenible ha de tender a eliminar los altos costos que hoy pagan muchos seres humanos por la destrucción ecológica, la desarticulación de sus sistemas sociales y el abandono. Para que pueda ser un proceso global debe nutrirse de muchos progresos locales.

En una Tierra de recursos finitos, los modos de vida derrochadores de los países desarrollados, los patrones de consumo de agua, energía, alimentos, no son en absoluto generalizables a los miles de millones de personas del resto de países, que sin embargo, sufren de primera mano las consecuencias fatales del modo de vida que nunca han experimentado. Se debe aumentar la eficiencia energética para no tener que proveernos de la energía exosomática.

El desarrollo sostenible debe incentivar la autosuficiencia de los países que lo experimentan. Pero lo primero es evaluar la situación, determinar el grado de exceso humano, midiendo la demanda de biocapacidad de la humanidad y la disponibilidad de ésta.

La gestión sostenible de los bosques y las plantaciones, así como la agricultura de conservación, serían buenas posibilidades.

En cuanto a la política agrícola es necesario:
- Promover la investigación científica sobre el ciclo del nitrógeno y sus consecuencias ambientales con el

fin de reducir el contenido de nitrógeno en el alimento y el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados.

- Conocer las aportaciones de energía durante todo el ciclo vital de los alimentos consumidos por la población y otra información que permita ayudar a evaluar el impacto ambiental de la producción, el transporte y el consumo de diversos alimentos.

- El conocimiento, las actitudes y las acciones de los ciudadanos sobre la relación entre el consumo de alimentos y el impacto ambiental.

- La comprensión de los cambios en los patrones de consumo de alimentos, sugerido o impuesto por el cambio climático y la necesidad de contribuir a la preservación del medio ambiente.

- Tomar conciencia de que la contaminación atmosférica es un problema que afecta a la *salud del planeta*, y que incide negativamente en todos los ecosistemas y las comunidades biológicas que ocupan. Por lo tanto, la mitigación de la contaminación del aire y sus efectos requiere la adopción de políticas y medidas a nivel local, regional y mundial. En todos los niveles, la aplicación de estas políticas y medidas requiere de la cooperación con otros sectores socioeconómicos, además de la salud y el ecosistema. La alimentación es un complejo fenómeno, en el que incluyen los aspectos biológicos, nutricionales y socioculturales. Las significativas transformaciones económicas, demográficas y sociales y culturales, relacionadas con los procesos de urbanización, industrialización, las modificaciones en los ritmos de trabajo, la transformación en los sistemas de distribución y comercialización y los nuevos modelos alimentarios han implicado considerables modificaciones en la estructura de la dieta y del consumo alimentario en los países más ricos.

Se debe prestar atención a los riesgos para la salud que plantea el rápido crecimiento en todo el mundo en el consumo de carne, tanto por exacerbar el cambio climático y por contribuir directamente a determinadas enfermedades. Para evitar el aumento de emisiones de gases invernadero de este sector de la producción, se debe reducir tanto el nivel de consumo promedio en todo el mundo de los productos de origen animal como la intensidad de las emisiones de la producción de ganado.

El actual promedio mundial de consumo de carne es de 100 gramos por persona y por día en los países occidentales. Se debe compartir de manera más uniforme, con no más de 50 g por día procedentes de las carnes.

La importancia estratégica de las energías renovables para cualquier avance serio hacia la contención del cambio climático y la sostenibilidad hace necesario un gran impulso político para lograr avances significativos en los próximos años. El desarrollo sostenible es impensable sin una ampliación y profundización de la participación ciudadana, lo que supone un gran reto no sólo ambiental, sino también democrático. A pesar de los avances realizados en este sentido, hay que facilitar el libre acceso del

público a la información relativa al ecosistema, y, más allá de esto, en lograr los cauces adecuados para una efectiva participación ciudadana en la toma de decisiones relativas en este tema.

Ya se ha apuntado que mayor impacto será en las poblaciones vulnerables, tanto en una misma población como en todo el mundo, pero los sectores más vulnerables de la población tienen preocupaciones más inmediatas que compiten por este mensaje. Ayudar a las comunidades a entender las directas repercusiones en la salud que se enfrentan por el cambio climático puede *llevar la cuestión a casa*. Personas con modestos medios económicos puede resultar útil saber que los esfuerzos que hacen para ayudar al medio ambiente puede ayudar a ahorrar dinero, así como mejorar la calidad del aire. Por ejemplo, los esfuerzos individuales puede ayudar a la ciudad que habitan en los niños con asma, los ancianos, y las personas con problemas respiratorios y cardiovasculares. La habilitación de parte de este mensaje es que pequeños esfuerzos personales pueden tener un gran impacto.

BIBLIOGRAFÍA

- Introducción al medio ambiente y a la sostenibilidad. Vegara JM, Barracó H, Colldeforns M, Relea F, Rodríguez P. Vicens Vives 2004.
- El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa. Novo M. UNESCO, Ed Pearson 2006.
- Climate Change and Global Health: Quantifying a Growing Ethical Crisis. Jonathan A. Patz, Holly K. Gibbs, Jonathan A. Foley, Jamesine V. Rogers, and Kirk R. Smith *EcoHealth* 4, 397-405, 2007.
- El clima está en nuestras manos. Historia del calentamiento global. Tim Flannery. Ed Taurus. 2007
- Ecología ciudadana. Un hilo sostenible entre lo local y lo global. García López. J, Ortega Fernández. M, Ed. Dauro. 2007.
- Entender la ecología. Christiane Wagner. Ed Blume. 1999.
- Agricultura sostenible. Jiménez Díaz, R M, Lamo de Espinosa, J. Ed Mundi-Prensa. 1998.
- Food, livestock production, energy, climate change, and health. Anthony J. et al, *The Lancet* 2007; 370:1253-1263.
- Climate Change and Food Security Special Feature: Adapting agriculture to climate change. Howden. M, et al. *PNAS* December 2007 104:19691-19696.
- Food, Land, Population and the U.S. Economy, Pimentel, David and Giampietro, Mario. Carrying Capacity Network, 1994.
- The impact of agricultural soil erosion on the global carbon cycle. Giráldez J V. et al. *Science*. 2007 Oct 26;318(5850):626-9
- Smolk A (2006), "Natural catastrophes: causes, trends and risk management. The challenge of submarine mass movements – an insurance

perspective”, Norwegian Journal of Geology, 86: 363- 372.

Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu. “Estratégia Temática sobre Poluição Atmosférica”, 2005.

Khasnis AA, Nettleman MD (2005), “Global warming and infectious disease”, Archives of Medical Research. 36: 689-696.

Blair D,(2006), “Luxus Consumption: Wasting, food resources through overrating” ,Agriculture and Human Values 23:63-74.

Efectos del cambio climático en la salud. Medidas correctoras a considerar

Inés María FERNÁNDEZ GUERRERO

Alumna del Master.

INTRODUCCIÓN

El ser humano está ocasionando modificaciones sin precedentes en el medio ambiente global. El desarrollo económico se ha acompañado del uso de combustibles fósiles que han provocado el denominado *efecto invernadero*, principalmente por la generación de dióxido de carbono y metano, lo cual tiene implicaciones en el clima mundial. Desde la década de 1850, momento en el que se empezaron a registrar las temperaturas, la tierra se ha recalentado aproximadamente 0.6° C, circunstancia que se ha producido principalmente en las 3 últimas décadas. El fenómeno del cambio climático global fue notado por primera vez en 1863. El científico británico Tyndall fue el primero en notar que las concentraciones de ciertos gases en la atmósfera se estaban increpando, y que esto tenía una correlación con el incremento en la temperatura del planeta.

El Panel Intergubernamental de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (IPCC) ha estimado un incremento de la temperatura entre 1,8 y 5,8° C, y de los niveles marinos entre 9 y 88 cm. durante el próximo siglo. Probablemente, el calentamiento será más evidente en los polos que en el ecuador. El tiempo de permanencia del dióxido de carbono en la atmósfera es superior a 100 años; por ello, nuestros actos afectan a las perspectivas de las futuras generaciones.

El IPCC concluyó: "Hay una gran evidencia de que las modificaciones regionales en el clima, particularmente los aumentos de la temperatura, han afectado ya a un conjunto diverso de sistemas físicos y biológicos en muchas partes del mundo".

El deshielo precoz en ríos y lagos y los movimientos de las plantas y animales hacia altitudes superiores constituyen algunos ejemplos de ello. Hay también la posibilidad de que se produzcan cambios a gran escala y potencialmente irreversibles en los sistemas de la Tierra, como el enlentecimiento de la circulación de los océanos, que produce el transporte de agua cálida al Atlántico Norte, el deshielo a gran escala de Groenlandia y de los bloques de hielo del Antártico oeste, lo cual puede provocar un calentamiento acelerado global debido a las retroalimentaciones positivas del ciclo del carbón (p. ej., liberación de metano desde la tundra ártica derretida). La posibilidad de estos episodios posiblemente es muy baja, aunque es probable que afecten a la velocidad y la duración del cambio climático.

CONSIDERACIONES DE EVIDENCIAS PREVIAS DE LA RELACIÓN CAMBIO CLIMÁTICO-PROBLEMAS DE SALUD

Entre la evidencia clave que debería considerarse cabe citar la siguiente:

- El cambio climático amenaza a la seguridad sanitaria. La evidencia disponible muestra que esto ya está ocurriendo.
- El impacto sanitario será desproporcionadamente mayor en las poblaciones vulnerables. Globalmente, las personas en mayor riesgo son los muy jóvenes, los ancianos y las personas enfermas. Los países de ingresos bajos y las zonas caracterizadas por una desnutrición generalizada, una educación deficiente y la precariedad de las infraestructuras son los que más dificultades tendrán para adaptarse al cambio climático y a los riesgos conexos para la salud.
- La mitigación de las repercusiones del cambio climático puede tener efectos beneficiosos directos e inmediatos en la salud. Mitigación, en este contexto, consiste en las medidas destinadas a reducir el impacto humano en el sistema climático, que se concretan principalmente en estrategias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- La adaptación es necesaria porque un cierto grado de cambio climático es ya inevitable, incluso aunque se interrumpieran súbitamente todas las emisiones de gases de efecto invernadero. La falta de respuesta tendrá un precio en términos de enfermedades, gasto sanitario y pérdidas de productividad. Adaptación, en este contexto, consiste en el ajuste de los sistemas naturales o humanos en respuesta a estímulos climáticos reales o previstos o a sus efectos, en virtud del cual se moderan los daños o se aprovechan oportunidades beneficiosas.

EFFECTOS SOBRE LA SALUD DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Estrés térmico

Con el cambio climático pueden producirse incrementos en la frecuencia de las olas de calor. Por ejemplo, en Inglaterra, hasta el año 1976, las olas de calor constituían un acontecimiento muy raro que se producía una vez cada 310 años, mientras que en el año 2050 es posible que ocurra cada 5 o 6 años. El efecto del recalentamiento urbano produce que la temperatura sea más alta en las ciudades que en las áreas suburbanas y rurales, principalmente debido a la abundancia de superficies que retienen el calor, como el hormigón y el asfalto negro. En 1995, la ola de calor de más de una semana de duración que azotó a Chicago produjo más de 700 muertes relacionadas con ello. La mayoría del exceso de mortalidad que se produce durante las olas de calor se debe a enfermedades cardiovasculares, cerebro vasculares y respiratorias, y se suele concentrar en las personas mayores y en los individuos con enfermedades preexistentes. Una proporción importante de estas muertes se produce en personas susceptibles que probablemente habrían muerto en un futuro próximo, aunque también hay un número sustancial de muertes potencialmente prevenibles. Los miles de personas que fallecieron en la reciente ola de calor que afectó a Europa reflejan los déficits que hay a la hora de tratar esta amenaza.

En Estados Unidos, las ciudades con climas más fríos tienden a experimentar más muertes relacionadas con el calor que las que tienen climas más cálidos, debido a que las poblaciones pueden aclimatarse más a los diversos grados de temperatura. La aclimatación se produce a través de un conjunto amplio de mecanismos fisiológicos, conductuales y tecnológicos, aunque no queda claro cuánto disminuirán dichos procesos los efectos adversos del cambio climático. El hecho de que los aumentos de la mortalidad relacionada con el calor puedan contrarrestarse por una disminución de las muertes producidas por el frío, probablemente varíe según la situación de la región afectada.

Inundaciones y sequías

Las poblaciones de los países en vías de desarrollo presentan más probabilidades de ser particularmente vulnerables a padecer inundaciones debido a que habitan en áreas de riesgo alto, como las planicies tendentes a las inundaciones y las zonas costeras, cuentan con infraestructuras de salud pública deficientes y sufren proporcionalmente un daño económico mayor. El impacto sobre la salud incluye la aparición de lesiones físicas y un aumento de los síndromes diarreicos, particularmente en los países subdesarrollados, en los que puede haber ya un

aumento de la desnutrición. El aumento de la incidencia de enfermedades respiratorias puede deberse al hacinamiento de la población. El sobrecrecimiento de hongos puede producir también enfermedades respiratorias. A menudo se produce un incremento de enfermedades psiquiátricas, como la ansiedad y la depresión, lo cual probablemente se relacione con el daño sobre el medio ambiente doméstico y las pérdidas económicas. Se han comunicado aumentos en la tasa de suicidios y, en la edad infantil, puede incrementarse el número de enfermedades conductuales. Incluso los aumentos en los niveles marinos puede traer consigo un aumento del riesgo para las comunidades costeras.

La sequía puede tener un impacto sobre la salud en los países en vías de desarrollo, por sus efectos adversos sobre la producción alimentaria y sobre la higiene, debido a la utilización del agua fundamentalmente para la diera más que para la limpieza. Además, las epidemias de malaria pueden producirse durante las épocas de sequía como resultado de los cambios geográficos causados por el vector de la enfermedad.

El Niño y la salud

Los episodios producidos por *El Niño*, probablemente han ocurrido desde hace miles de años. El nombre procede de la observación de un calentamiento de agua lejos de la costa de Perú y Ecuador, lo cual se produce más notablemente alrededor de la época de Navidad (el acuñamiento del término "El Niño" por dicho motivo se refiere al niño Jesús). Con un intervalo irregular que se produce cada 2 y 7 años, el calentamiento es anómalo y persiste entre 12 y 18 meses. Puede seguirse de una fase fría, que se conoce con el nombre de *La Niña*. Los episodios asociados con El Niño se acompañan constantemente de lluvias torrenciales e inundaciones en la costa oeste de América Latina, aunque, además, producen efectos climáticos importantes en otras regiones distantes del mundo; este hecho se produce porque se alteran las corrientes de convección en el ecuador, lo cual produce modificaciones en los patrones meteorológicos. Por ejemplo, durante los años en los que se manifiesta. El Niño, se producen sequías en el sudeste de Asia, Indonesia y África del sur, mientras que se pueden producir inundaciones en el sudoeste de Estados Unidos, Argentina y Kenia. Hay un número de análisis de series temporales efectuadas durante más de un episodio que sugieren una serie de impactos sobre la salud provocados por el ciclo de El Niño. La relación más constante se produce con las epidemias de malaria en algunas regiones de Latinoamérica y del sur de Asia. Los efectos pueden estar mediados por condiciones climáticas atípicas a corto plazo (p. ej., lluvias torrenciales en regiones áridas y épocas de sequía en climas más húmedos). La incidencia de muchas otras enfermedades, como el dengue, las infecciones por

hantavirus, el cólera y la encefalitis del Valle Murria pueden estar influenciados por El Niño, aunque la calidad de la evidencia es variable. Hay una relación entre el fenómeno de El Niño y la población afectada por catástrofes naturales, particularmente por las sequías, en una escala global. No se conoce totalmente cómo afectará el cambio climático al fenómeno de El Niño, aunque el IPCC ha sugerido que se intensificarán las sequías e inundaciones asociadas al mismo.

Polución del aire

El impacto de algunos contaminantes sobre la salud parece ser más intenso durante los meses estivales o durante las épocas de temperaturas más altas, aunque este hecho no se produce en todos los casos. Los valores de ozono tienden a ser más altos cuando las temperaturas son más elevadas, y algunos estudios han sugerido que el ozono contribuye al aumento de la mortalidad observada. Los niños y los adolescentes son particularmente vulnerables a los efectos adversos de la depleción del ozono estratosférico. Una disminución del 10% del ozono se prevé que sea responsable 300000 casos adicionales de cánceres de piel (no melanomas) y 4500 casos anuales de melanoma.

El cambio climático es probable que afecte al riesgo de incendios forestales, que en algunas regiones del mundo (p. ej., Malasia y Brasil) se han asociado con un aumento del riesgo de visitas ambulatorias por enfermedades respiratorias. Después de la ola de incendios que afectó a Florida en 1998, se produjo un aumento de las visitas a los servicios de urgencias por asma, bronquitis y dolor torácico.

Alergenos

Los inviernos templados pueden provocar un inicio más temprano de la polinización, por lo que se pueden incrementar las concentraciones de los diversos alergenios producidos por este fenómeno. Además, se ha demostrado que el aumento de los valores de dióxido de carbono aumenta el momento y la liberación de alergenios biogénicos (p.ej., partículas de ropa), tanto en estudios de interiores como in situ. Por ello, el cambio climático puede incrementar la incidencia de rinitis alérgica, la intensidad y la duración de los síntomas, o ambos.

Enfermedades infecciosas

Los cambios en la temperatura, la humedad, la pluviosidad y el aumento de los niveles marinos pueden afectar sobre la incidencia de aparición de enfermedades infecciosas. Los mosquitos, las garrapatas y las pulgas son sensibles a los cambios sutiles de la temperatura y la humedad. Pero las enfermedades transmitidas por vectores son igualmen-

te dependientes de otros muchos factores que interactúan. Aunque en los últimos años que se ha producido un resurgimiento de algunas enfermedades infecciosas, no queda claro que el cambio climático haya desempeñado un papel significativo al respecto. Otros factores, como las migraciones de las poblaciones humanas y animales, las deficiencias en las infraestructuras de salud pública, los cambios en la utilización de las tierras y la emergencia de resistencias a fármacos han contribuido a ello.

La malaria actualmente se halla presente en 101 países y el 40% de la población mundial vive en áreas con malaria. La malaria afecta a 1-2 millones de personas anualmente, la mayoría de los cuales son niños. En África, la distribución de la enfermedad está limitada fundamentalmente por el clima, excepto en la zona sur. En muchos lugares del mundo, los sistemas efectivos de salud pública aseguran que la transmisión de la malaria permanezca dentro de los límites climáticos de su distribución.

Hay diferentes planteamientos para modelar el riesgo de presentar malaria con el cambio climático, incluidos los modelos biológicos construidos a partir de dinámicas de transmisión de la enfermedad conocidas y de enfoques estadísticos empíricos basados en la epidemiología actual de la malaria. Uno de los estudios que ha utilizado un modelo biológico ha sugerido, al basarse en escenarios climáticos específicos, que en el año 2080 se producirá un incremento de 260 a 320 millones personas expuestas, al vivir en zonas de transmisión potencial de la enfermedad, en relación con una población mundial esperada de 8.000 millones de personas. Este hecho representa un incremento del 2 al 4% del número de personas con riesgo de presentar malaria.

El uso de un planteamiento estadístico empírico sugería que no se produciría un cambio significativo neto en la proporción de la población mundial que vivirá en el 2080 en las regiones actuales de transmisión de la enfermedad. Pero este enfoque puede no haber capturado los efectos potenciales del cambio climático en la estacionalidad de la malaria en las áreas en que se produce la transmisión.

Al utilizar los últimos escenarios referentes al cambio climático, los modelos experimentales recientes sugieren un aumento potencial del 5 al 7% en la distribución de la malaria en África en el año 2100, principalmente debido a su mayor expansión en función de la altitud que de la latitud. El aumento global en el riesgo de exposición a la enfermedad en personas-meses fue del 16 al 28%, principalmente debido a un incremento de la duración de la estación en la que se produce la transmisión. Este estudio más reciente utilizó datos que fueron validados espacial y temporalmente contra las mediciones de los parásitos y representa los hallazgos que se siguieron a un análisis extenso.

El cambio climático puede contribuir al resurgimiento de la malaria en áreas donde las infraestructuras de salud pública se han convertido en defec-

tuosas (p. ej., en Asia Central y en zonas del sur de la antigua Unión Soviética). En las regiones en que la malaria se ha eliminado localmente, aunque persiste el vector, hay un riesgo teórico, (reducido), de que aparezcan brotes epidémicos localizados, que podrían incrementarse debido al cambio climático.

Éste es un tema que conlleva una gran controversia y nuestro conocimiento continuará mejorando según se realicen nuevas investigaciones.

Dengue y otros arbovirus

La tasa de replicación del virus del dengue en el mosquito *Aedes aegypti* se incrementa directamente en el laboratorio con el aumento de la temperatura. Se han desarrollado modelos basados en la biología que exploran la influencia de las previsiones de las modificaciones en la temperatura en la aparición de la fiebre del dengue. Cuando éstas se enlazan con las proyecciones realizadas con el cambio climático futuro, tales modelos sugieren que los incrementos de la temperatura relativamente pequeños en las regiones templadas, debido a la introducción del virus en una población humana susceptible, podrían aumentar el riesgo potencial de epidemias.

La epidemiología de ciertos arbovirus que producen encefalitis (transmitidos por mosquitos) como el virus que produce la encefalitis de San Luis y el virus del oeste del Nilo, puede estar influenciada por factores climáticos. Ambas se han asociado en condiciones de sequía y cuando el virus del Nilo se manifestó en el verano de 1999 en Estados Unidos, las temperaturas del mes de julio en Nueva York alcanzaron sus registros más altos. Asimismo, se han producido brotes epidémicos tras periodos de sequía en el medio-oeste de Estados Unidos y en el este de Europa.

Leishmaniasis

La leishmaniasis se ha erigido como una coinfección importante en pacientes infectados por el virus de la inmunodeficiencia humana en el sur de Europa y en algunas regiones de Asia. Puede haber diferencias entre los vectores en la susceptibilidad al cambio climático. Por ejemplo, un estudio realizado en Italia sugirió que el cambio climático pudo haber expandido el rango de un vector aunque pudo haber disminuido el de otro. Los cambios climáticos pudieron aumentar la distribución geográfica de los vectores en regiones de Latinoamérica y del sudoeste de Asia.

Enfermedades transmitidas por garrapatas

Tradicionalmente, ha habido un considerable interés por estudiar el impacto potencial del cambio climático en un número de enfermedades transmitidas por garrapatas, particularmente la enfermedad de Lyme, la fiebre de las Montañas Rocosas y las

encefalitis transmitidas por garrapatas. La temperatura y la humedad son determinantes importantes de la distribución de las garrapatas. En Suecia, la extensión hacia el norte del límite del vector local y el incremento de los casos se ha atribuido a la aparición de inviernos más cálidos. Un modelo estadístico de la encefalitis transmitida por garrapatas en Europa ha sugerido que aunque el foco de la enfermedad se puede haber extendido a latitudes y altitudes superiores, ésta podría desaparecer prácticamente de Europa central debido a que el cambio climático podría romper el ciclo de vida tan complejo de la garrapata. Sin embargo, los cambios en la utilización de las tierras, además del resurgir de la población de ciervos en el este de Estados Unidos, pueden ser responsables del aumento de riesgo de sufrir la enfermedad de Lyme.

Enfermedades transmitidas por roedores

La emergencia del síndrome pulmonar por hantavirus en el sudoeste de Estados Unidos en 1993 puede estar relacionada con la sequía que siguió a las lluvias intensas relacionadas con el fenómeno de El Niño, el cual produjo un aumento de las poblaciones de roedores y la subsiguiente transmisión de enfermedades. Las inundaciones y huracanes extremos pueden producir la generación de brotes epidémicos de leptospirosis. En 1995, tras las importantes inundaciones que sufrió Nicaragua, se produjo una epidemia de leptospirosis. En un estudio de casos y controles, el hecho de caminar a través de aguas pantanosas se asoció con un riesgo 15 veces mayor de padecer la enfermedad.

Enfermedades relacionadas con el agua

Más de 1.000 millones de personas de todo el mundo no tienen acceso al agua potable. Los modelos del impacto del cambio climático sobre el agua reflejan una variabilidad considerable entre los diversos escenarios climáticos. El aumento del deterioro del agua se produce con más probabilidad en el sur y el oeste de África y en Oriente Medio. Sin embargo, es difícil relacionar este hecho directamente con el riesgo atribuible de enfermedades relacionadas con el agua, aunque la escasez de ésta puede provocar la utilización de fuentes más contaminadas debido a su uso combinado (esto es, la misma fuente para el agua destinado a la bebida, a la limpieza y al regadío). Si el aumento de las inundaciones en algunas regiones del mundo en los meses de invierno se acompaña de épocas de sequía más largas durante los meses de verano, se puede producir una duplicación del riesgo de enfermedades relacionadas con el agua. En Estados Unidos, así como en otros lugares, se ha relacionado la aparición de brotes epidémicos de criptosporidiosis con episodios de pluviosidad intensa.

Las temperaturas cálidas de la superficie del mar promueven el desarrollo de algas que pueden asociarse con epidemias de cólera. La incidencia del cólera en Bangla Desh en los primeros años de la mitad del siglo pasado (1893-1940) no se correlacionó con el fenómeno de El Niño, aunque en los últimos años del siglo xx (1980-2001) la relación fue evidente, consistente con las épocas en que se produjeron más acontecimientos relacionados con ello.

Desnutrición

De acuerdo con la Organización de Alimentación y Agricultura (FAO) de las Naciones Unidas, aproximadamente 790 millones de personas de los países en vías de desarrollo presentan desnutrición. Los estudios sobre los efectos del cambio climático en la producción de alimentos sugieren que las cosechas de cereales probablemente están aumentando en las regiones de latitudes medias o altas, aunque disminuyen en las de latitudes más bajas. En particular, hay una preocupación acerca de que el cambio climático pueda afectar adversamente a la nutrición en África, sobre todo debido al aumento de la sequía.

MEDIDAS A CONSIDERAR PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA SALUD

Mitigar el propio cambio climático

La mitigación se refiere al diseño de políticas destinadas a reducir las emisiones de los gases que producen el efecto invernadero (p. ej., al promover energías eficientes y el uso de fuentes de energía renovables, como la energía solar y eólica). Este hecho podría aplicarse especialmente a Estados Unidos, país que produce más del 25% global de las emisiones que ocasionan el efecto invernadero. Aunque las discusiones acerca de las políticas destinadas a mitigar este efecto se escapan de la intención de este artículo, el personal médico debería reconocer que las reducciones en las emisiones de dichos gases probablemente proporcionarán también beneficios a corto plazo en la polución del aire. La magnitud de los beneficios dependerá de la fuente de energía que se sustituya (p. ej., el carbón como combustible por gas natural).

Desarrollo de opciones tecnológicas de mitigación

Tales opciones comprenden a sectores muy diversos: edificios, transporte, industria, agricultura, gestión de desechos o suministro de energía.

Las medidas de mitigación implican modificaciones en las acciones cotidianas de las personas y en las actividades económicas, con el objetivo de lograr una disminución en las emisiones

de gases de efecto invernadero a fin de reducir o hacer menos severos los efectos del cambio climático.

Ejemplos de medidas de mitigación que se están llevando a cabo en diferentes países; a saber:

- Cambios en los hábitos de labranza y manejo de suelos. El tradicional método de labranza del suelo hace que el carbono retenido en él se pierda hacia la atmósfera. El método de siembra directa es una técnica eficaz para mitigar estos efectos.
- Uso de aparatos de calefacción, refrigeración e iluminación más eficientes, ya que al disminuir el consumo de energía, se evita emitir a la atmósfera grandes cantidades de gases de efecto invernadero.
- Protección de bosques nativos y manejo adecuado del recurso forestal.

Concienciación ciudadana, política y médica

Debemos ser conscientes de que la variabilidad climática actual puede afectar a la salud. Asimismo, deberíamos reconocer que el cambio climático a largo plazo puede exacerbar los problemas de salud sensibles al clima. Los sistemas de calentamiento rápido por medio de ondas de calor pueden reducir los impactos y asegurar que se monitorice a las personas ancianas - particularmente las que se hallan socialmente aisladas - se les ofrezca acceso al aire acondicionado y se les proporcione consejo sobre las medidas de hidratación adecuada e higiene apropiadas. El cambio climático puede afectar a la distribución de un número de enfermedades infecciosas y a las infecciones emergentes, que deberían considerarse en el diagnóstico de pacientes con síntomas no explicados.

Fomentar la toma de conciencia, respecto a la necesidad de garantizar la seguridad sanitaria interviniendo en el cambio climático, requerirá una labor enérgica y sistemática de promoción basada en la evidencia por parte de la comunidad sanitaria mundial para sensibilizar sobre la necesidad de proteger la salud pública mundial frente a los cambios climáticos.

Relevancia renovada del médico y los servicios de salud

Los médicos podemos también preparar e informar a las comunidades sobre los impactos potenciales del cambio climático, la necesidad de mejorar las infraestructuras actuales de salud pública y participar en políticas para disminuir la dependencia de los combustibles fósiles. Estas tareas obligarán a los profesionales del sector de la salud a demostrar liderazgo apoyando la rápida adopción de medidas de gran alcance y promoviendo estrategias de mitigación y adaptación, que mejoren la salud y reduzcan además el futuro impacto del cambio climático.

El cambio climático presenta un abanico de desafíos a la salud humana, aunque muchas de las

relaciones son complejas de demostrar, ya que un conjunto amplio de otros factores sociales, conductuales y medioambientales puede afectar también a los resultados sanitarios en cuestión. Debido a los impactos potenciales tan amplios del calentamiento global, se debería realizar un planteamiento preventivo para procurar disminuir sustancialmente las emisiones de gas que ocasionan el efecto invernadero, incluida la introducción de energías eficientes y de tecnologías energéticas renovables. El cambio climático es una amenaza emergente considerable para la salud pública y modifica la manera en que debemos considerar la protección de las poblaciones vulnerables.

El informe más reciente del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático confirma que hay pruebas abrumadoras de que los seres humanos están afectando al clima mundial, y destaca una amplia variedad de consecuencias para la salud humana. La variabilidad y el cambio del clima causan defunciones y enfermedades debidas a desastres naturales tales como olas de calor, inundaciones y sequías. Además, muchas enfermedades importantes son muy sensibles a los cambios de temperatura y pluviosidad. Entre ellas figuran enfermedades comunes transmitidas por vectores, por ejemplo el paludismo y el dengue, pero también otras grandes causas de mortalidad tales como la malnutrición y las diarreas. El cambio climático ya está contribuyendo a la carga mundial de morbilidad y se prevé que su contribución aumentará en el futuro.

Las repercusiones del clima en la salud humana no se distribuirán uniformemente en el mundo. Las poblaciones de los países en desarrollo, en particular los pequeños Estados insulares, las zonas áridas y de alta montaña y las zonas costeras densamente pobladas se consideran especialmente vulnerables. Las repercusiones del clima en la salud humana no se distribuirán uniformemente en el mundo. Las poblaciones de los países en desarrollo, en particular los pequeños Estados insulares, las zonas áridas y de alta montaña y las zonas costeras densamente pobladas se consideran especialmente vulnerables.

La OMS respalda a los Estados Miembros en la protección de la salud pública frente a las repercusiones del cambio climático y representa la voz del sector sanitario en la respuesta global de las Naciones Unidas a este desafío mundial.

Desarrollo de programas relativos al cambio climático y la salud

La OMS está implementado una serie de actividades dentro de un macroprograma relativo al cambio climático y la salud según el modelo de la Figura 1.

Las estrategias centrales de ese programa pasan por:

- Definición del marco general de una respuesta internacional encaminada a proteger la salud del cambio climático. Liderada por la OMS y asociados del sector de la salud, esa labor se coordinará con actividades de las Naciones Unidas y otros organismos asociados.
- La comunidad de la salud tiene una función clara que desempeñar en la protección de la salud y el bienestar frente a los efectos del cambio climático. La OMS representa a la comunidad sanitaria a nivel internacional y contribuye a la respuesta general del sistema de las Naciones Unidas aportando sus conocimientos especializados y experiencia en materia de salud.
- Orientación de un desarrollo saludable mediante la promoción de la protección frente al cambio climático y la salud pública. La OMS está destacando situaciones que benefician a todos en las cuales opciones de desarrollo sostenible pueden al mismo tiempo reducir nuestro impacto en el clima mundial y mejorar la salud pública mediante una reducción de la contaminación del aire exterior e interior.
- Talleres regionales sobre la salud y el cambio climático para hacer tomar conciencia de las repercusiones del cambio climático e intercambiar experiencias sobre la evaluación y la búsqueda de soluciones a los riesgos del clima para la salud. Esta serie de talleres se ha concentrado en países particularmente sensibles y vulnerables al clima en las regiones de la OMS. Cada taller ha sido un foro importante no sólo para sensibilizar sino también para obtener aportaciones de los Estados Miembros sobre la manera de abordar los riesgos sanitarios adicionales que conlleva el cambio climático. Ha

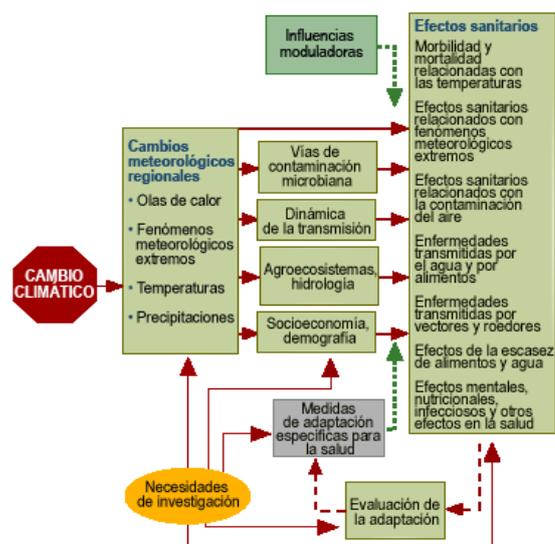


FIGURA 1. Modelo para el cambio climático y la salud (OMS).

permitido que los países entiendan y evalúen la propia vulnerabilidad sanitaria nacional y regional e identifiquen sus ventajas y necesidades en materia de fortalecimiento de la capacidad, información y recursos. Esto aporta una base firme para futuras medidas de protección.

- Proyecto de puesta a prueba de métodos de protección de la salud en un clima cambiante y más variable. El proyecto está en marcha en siete países distribuidos en diversas partes del mundo y muestra una amplia variedad de formas de vulnerabilidad de la salud a las condiciones climáticas.
- Establecimiento de alianzas para la implementación. Proteger la salud del cambio climático requiere una alianza amplia centrada en la comunidad sanitaria, pero vinculada con otros protagonistas. Las oficinas regionales y en los países de la OMS mantienen relaciones estrechas con el sector sanitario de los Estados Miembros, que constituye la línea de defensa primaria frente a los impactos sanitarios del cambio y la variabilidad del clima. El programa mantiene asimismo lazos de colaboración de larga data con instituciones de investigación sanitaria y con organismos de las Naciones Unidas y otros organismos internacionales y nacionales activos en la mitigación y la adaptación al cambio climático.
- Datos probatorios e información para la acción. Desde 1990 la OMS publica informes en los cuales se describen y se evalúan datos sobre los riesgos sanitarios del cambio climático y la variabilidad del clima. El programa se dedica ahora cada vez más a poner esa información a disposición de los países más vulnerables, producir recursos técnicos para evaluar la vulnerabilidad sanitaria e identificar y respaldar la protección de la salud pública en el contexto nacional.
- Seguimiento y evaluación. A medida que los países comienzan a aplicar medidas encaminadas a proteger la salud del cambio climático, será cada vez más importante seguir de cerca y evaluar los programas para cerciorarse de que sean eficaces y oportunos. La OMS está elaborando marcos de seguimiento y evaluación tanto de medidas relacionadas con procesos, por ejemplo los buenos resultados de las actividades de sensibilización o la cobertura de las intervenciones dirigidas a enfermedades sensibles al clima, como de resultados consistentes en una mejora de la salud de la población. Deben integrarse en sistemas básicos de seguimiento de la situación sanitaria y estar coordinados con sistemas utilizados para medir los resultados de la acción frente al cambio climático y lograr objetivos de desarrollo sostenible en otros sectores.

Fortalecer los sistemas de salud pública para hacer frente a las amenazas que plantea el cambio climático

Es necesario aumentar ya las inversiones en sistemas de salud pública. Por esa razón, se requerirá un mayor refuerzo y planificación prospectiva de los sistemas que mejore la capacidad para afrontar las emergencias de salud pública. Urge en especial fortalecer los sistemas para poder responder a las crisis agudas asociadas a la variabilidad climática, en particular a las repercusiones sanitarias de los desastres naturales y a unas epidemias cada vez más frecuentes, graves y de mayor alcance.

Así mismo, y en esta línea, se debiera promover el desarrollo sanitario evaluando las implicaciones sanitarias de las decisiones tomadas en otros sectores, como la planificación urbana, el transporte, el suministro de energía, la producción de alimentos, el uso de la tierra y los recursos hídricos.

Potenciar la investigación aplicada sobre la protección de la salud frente al cambio climático

Se necesitan mejores datos probatorios sobre la eficacia y la eficiencia de las medidas de salud pública para proteger la salud frente a los cambios climáticos utilizando enfoques metodológicos complementarios y perspectivas y alianzas multidisciplinarias. La evaluación de programas específicos y/o de la eficacia de intervenciones, debiera realizar con el máximo rigor sin intromisiones políticas ni fruslerías ideológicas, mejorando los sistemas de determinación y de vigilancia de la situación sanitaria de los grupos vulnerables.

Hacia una pedagogía ecológica-sanitaria

El aprendizaje social y la innovación, y los cambios en la estructura institucional educativas pueden contribuir a mitigar el cambio climático y adoptar medidas personales y sociales saludables. La modificación de las reglas colectivas y de los comportamientos individuales puede influir notablemente en mejorar este singular problema.

BIBLIOGRAFÍA

- Organización Mundial de la Salud (2000). *Climate change and stratospheric ozone depletion. Early effects on our health in Europe*. Disponible en: <http://www.euro.who.int/document/E71230>
- Organización Mundial de la Salud (2001). *Tercer Informe de Evaluación. Cambio climático 2001. Mitigación*. Disponible en: <http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/mitigation/mitigation-spm-ts-sp.pdf>
- Organización Mundial de la Salud (2003). *Cambio climático y salud humana. Riesgos y respuestas*. OMS: Ginebra. Disponible en: <http://www.who.int/globalchange/publications/en/Spanishsummary.pdf>

Organización Mundial de la Salud (2008). *Cambio climático y salud. Informe de la Secretaría*. Disponible en:
http://www.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB122/B122_4-sp.pdf

El cadmio: Fuentes contaminantes y riesgos asociados a la salud humana

Antonio HERRERA GÓMEZ

Alumno del Master. Correo-e:
dionisos79@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El cadmio es el elemento metálico de número atómico 48, masa atómica 112.10 y símbolo Cd, perteneciente al grupo II b de la tabla periódica. Tiene un color azulado que recuerda a la plata, es blando, dúctil y maleable. A causa de su reactividad no se encuentra nativo en la corteza terrestre: se halla, sobre todo, impurificando las menas de Zinc. Fue descubierto en 1817 por Friedrich Strohmeyer.

El cadmio es un metal raro y poco abundante, en la corteza terrestre es el compuesto número 67 en abundancia. Se halla normalmente combinado con otros elementos, como oxígeno, cloro o azufre (sulfato y sulfito de cadmio). Como el resto de compuestos que se encuentran en bajas proporciones, en cualquier ecosistema las reservas suelen ser muy bajas, y se ha demostrado que en estos casos, pequeñas variaciones pueden alterar el equilibrio de los ciclos biogeoquímicos de estos compuestos. A lo largo de diversos estudios se ha comprobado que la acción del hombre, a través de la actividad industrial, ha colapsado estos ciclos, y ello ha producido que parte del exceso de cadmio haya llegado a los alimentos, a la cadena alimentaria, y por tanto, al hombre.

Se puede encontrar en la naturaleza asociado a zinc y plomo. Su mayor concentración la hallamos cerca de minas o explotaciones de estos dos metales. Por ello, la contaminación medioambiental por este metal aparece al explotar dichas minas. Es utilizado básicamente en cromados, lo que representa un 35% del uso total, como pigmento (sobre todo en cerámica) y esmaltes (sobre un 25%), como estabilizante de plásticos (un 15%), en baterías (un 15%) y en aleaciones. De la cantidad utilizada, menos de un 10% del cadmio es reciclado por la industria, lo que implica que la mayor parte se acumula en el medio ambiente. Los valores en la atmósfera suelen ser del orden de nanogramos por metro cúbico (menos de 5),

pero puede llegar a varios miligramos por metro cúbico en ciertos tipos de industrias. Los niveles del agua son muy bajos, del orden de 0.01-1 µg/l, excepto en áreas contaminadas. En cuanto a los valores en el suelo, son los más elevados, pero del orden de microgramos (0.35-0.62 µg/g), lo que da una media, en condiciones normales de 0.1-0.2 µg/g en la corteza terrestre. Muchos alimentos contienen trazas de este metal, sobre todo cereales y derivados, debido al uso de ciertos abonos y lodos utilizados en su cultivo. También encontramos niveles relativamente elevados en vísceras, sobre todo en riñón e hígado, y en marisco. En cambio, en carne, pescado y aves de corral la cantidad es muy baja.

CADMIO EN EL MEDIO AMBIENTE

Podemos hallar cadmio en la atmósfera, en el agua y en el suelo. El cadmio es un metal, cuyo uso es bastante nuevo. Antes de la II Guerra Mundial prácticamente no había demanda, y se asociaba a una impureza de zinc y plomo, con lo que era desechado, produciendo grandes áreas de contaminación alrededor de la industria de esta industria. Actualmente se sigue relacionando la contaminación por cadmio con la industria de zinc y plomo, es donde se producen mayores emisiones al medio ambiente, pero también se producen emisiones de cadmio en la combustión de basuras, combustión de carbón, industria del acero, producción de cementos, etc., aunque en mucha menor cantidad. La emisión de metales pesados al medio ambiente puede producir daños a nivel global, regional o local. En el caso del cadmio, se ha visto que la relación de contaminación es de regional a local.

EMISIONES ATMOSFÉRICAS

La mayoría de las emisiones a nivel atmosférico se realizan a través de la industria del metal, seguido por la combustión de residuos o basuras, combustión de carbón, industria cementera y producción de fertilizantes. La concentración de cadmio es elevada alrededor de minas y zonas industriales, así como en zonas urbanas, concentración que disminuye a medida que uno se aleja de estas zonas, siendo menor, por ejemplo, en área rural. Así y todo, el aire es un medio que permite el transporte de cadmio a la cadena alimentaria de zonas muy alejadas de la civilización. Se han realizado estudios de niveles ambientales de cadmio en el ártico, que han resultado ser muy similares a los niveles ambientales de ciertas zonas rurales de los EEUU.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA

El cadmio que llega al agua procede principalmente de vertidos industriales, así como vertidos urbanos. La contaminación depende también de la cercanía de superficies acuáticas cercanas a zonas

urbanas, ya que no será igual la cantidad de cadmio que pueda llegar a un río cercano a una zona industrial que en alta montaña. Sin embargo, parte del cadmio atmosférico acaba siendo depositado en la superficie del agua, y representa el 23% del cadmio contaminante que llega al agua, es decir, es la vía principal de entrada de cadmio en agua.

CONTAMINACIÓN DE SUELOS

La mayor parte de cadmio vertido por el hombre va a parar al suelo. Al igual que en el agua, la vía principal de deposición es la atmósfera (23% del total), seguido de vertidos urbanos, uso de barros industriales como fertilizantes para mejorar las características minerales de los suelos, o uso de fertilizantes, como derivados de fosfato impuros. Se considera la concentración del cadmio en suelos entre 0.3-0.6 µg/g, y se piensa que esta concentración se doblará cada 50-80 años, contando los índices de origen humano. Actualmente, en la mayoría de los suelos urbanos, es raro encontrar concentraciones inferiores a 1 µg/g. Incluso se han hallado zonas en Japón tan contaminadas que no pueden usarse ni para cultivar arroz. En Europa la mayoría de suelos contaminados lo han sido por el uso de fertilizantes y lodos industriales más que por la industria en sí. El problema que se plantea es cómo conseguir descontaminar estos suelos.

Los umbrales de emisión establecida por el RD 508/2007, del Ministerio de Sanidad y Consumo son:

- Umbral de emisión a la atmósfera: 10 kg/año.
- Umbral de emisión al agua: 5kg/año.
- Umbral de emisión al suelo: 5kg/año.

CONTAMINACIÓN DE LOS ALIMENTOS

El acúmulo del cadmio presenta, mayoritariamente, un origen alimentario. Además, de todos los metales tóxicos emitidos al medio ambiente, éste es uno de los que más tienden a acumularse en los alimentos. Una característica del cadmio es su fácil transferencia del suelo a los vegetales, siendo uno de los metales que mejor absorben las plantas, sobre todo cereales, como el arroz, el trigo, y en menor cantidad el maíz. A nivel de contaminación por agua, son los moluscos bivalvos, crustáceos y peces los que presentan mayor incidencia de contaminación.

La forma de transmisión del cadmio atmosférico a los alimentos es la deposición de éste sobre las frutas y vegetales.

El cadmio contenido en el agua puede pasar a los recursos alimentarios acuáticos, y de aquí llegarán a la cadena de alimentación. La mayoría de la fauna y flora acuáticas pueden acumular cadmio en cantidades superiores a los niveles que pueda haber en el agua. Si miramos la cadena trófica, el primer nivel, el de las plantas acuáticas, será el que posea mayor poder de acumulación del metal. Tendríamos después

los moluscos y crustáceos, que también tienden a bioacumular cadmio.

En los últimos años se han realizado estudios sobre el contenido en cadmio en los desperdicios animales, y se ha visto que han ido aumentando a medida que aumentaban las concentraciones de cadmio en el medio ambiente, suelos, vegetales, semillas, etc., lo que indica que se están viendo expuestos a niveles cada vez más elevados de contaminantes. Sin embargo, aún no está claro que los niveles que acumulan puedan llegar a crear un problema de salud en el hombre. Los productos animales más frecuentes en la dieta humana son huevos, leche, músculo, y carne roja, y éstos son, precisamente, productos conocidos por tener niveles particularmente bajos en Cadmio.

En aguas contaminadas, los crustáceos suelen tener una media de 2-10 µg/g de cadmio, sobre todo concentrado en riñón e hígado. Por ello, es importante tener en cuenta el tipo de dieta. Los mejillones, las ostras y gran número de bivalvos contienen entre 0.5 y 1.5 ppm de cadmio. Los cangrejos son los que parecen retener más cadmio, sobre todo en las vísceras, donde pueden llegar a acumular hasta 10 ppm, mientras que en el resto del organismo no se suelen sobrepasar las 0.3 ppm. En el caso del pescado, los valores suelen ser muy bajos, del orden de 0.2 ppm. Los alimentos de origen animal serían los menos contaminados por cadmio, exceptuando los despojos o vísceras animales, como el hígado y riñón.

En 1999, un equipo internacional de científicos inició una investigación para determinar el grado de contaminación de los productos de cetáceos vendidos en el mercado japonés. La investigación reveló que:

- Diversos productos vendidos como carne de ballena contienen concentraciones de bifenilos policlorinados (PCBs), dioxinas y mercurio superiores a los límites de seguridad establecidos por autoridades nacionales e internacionales.
- Las muestras contaminadas provienen principalmente de especies de odontocetos, tales como delfines y marsopas, pero algunas muestras de ballena minke (*Balaenoptera acutorostrata*) del Pacífico Norte también revelaron concentraciones de contaminantes superiores a los establecidos por el gobierno de Japón.
- Los resultados de las concentraciones de metales como el mercurio y el cadmio son muy superiores a los permitidos por el Ministerio de Salud y Bienestar del gobierno de Japón.

Los consumidores japoneses reciben información inadecuada y en algunos casos inexacta, sobre los productos de cetáceos que usualmente compran. Como resultado, los consumidores están involuntariamente expuestos a concentraciones preocupantes de toxinas encontradas en la carne, grasa y órganos de los cetáceos.

El problema de la contaminación de los productos derivados de cetáceos y sus impactos en la salud humana no se restringe a Japón. El consumo de carnes, grasa y órganos de delfines calderón de aleta larga (*Globicephala malaena*) por parte de los habitantes de las Islas Feroe es igualmente preocupante, ya que esta especie ha sido identificada como una de las principales fuentes de organoclorados, PCBs y cadmio, en la dieta de los faroeses.

De acuerdo al último informe entregado por el Programa de Evaluación y Monitoreo Ártico (AMAP), ciertas poblaciones del ártico presentan concentraciones de toxinas capaces de afectar el desarrollo mental, la resistencia inmunitaria, el crecimiento físico y el desarrollo sexual de los infantes de madres contaminadas. El informe agrega que diversas comunidades del pueblo Inuit de Groenlandia y Canadá presentan concentraciones de contaminantes orgánicos persistentes (COPs) y mercurio preocupantemente superiores a los establecidos por la FAO y la OMS. En este caso, la exposición a mercurio proviene principalmente de la ingesta de la carne de mamíferos marinos, mientras que la exposición a COPs se produce principalmente al consumir la grasa de los mamíferos marinos.

Los estudios realizados en Canadá, Groenlandia, Dinamarca y Finlandia, revelan que la ingesta semanal estimada de mercurio y cadmio de las comunidades Inuit de Groenlandia y Canadá, es suficiente para producir daños neuroconductuales en los hijos de las madres contaminadas. El informe concluyó que estas comunidades deberían considerar un cambio en sus hábitos alimenticios con el fin de evitar efectos negativos a la salud humana, como reducción de la fertilidad, daños genéticos y deformaciones físicas en infantes.

También existen estudios donde se evalúan el nivel de plomo, cadmio y zinc en los peces y cangrejos del río Primavera y Neosho en Oklahoma, contaminados por la minería, obteniéndose concentraciones más altas en estos ríos, que en los estudiados de referencia sin contaminación minera. En general, eran más altas las concentraciones en la carpa común y en el cangrejo. Los resultados demostraron el potencial de efectos adversos en los peces, en la vida silvestre y en los seres humanos, señalando que se necesitan más investigaciones acerca del tema.

VALORES DEL CADMIO

La FAO/OMS fijan como valor de cadmio que puede ingerirse semanalmente por un adulto en 400-500 µg. Se considera una dosis mortal de 100 µ/dl.

La cantidad en agua bebida debe ser, según la OMS inferior a 5 µg/l. Este valor se contempla en nuestra legislación en el RD 140/2003.

La FDA limita la concentración en colorantes alimentarios a 15 ppm.

La OSHA (Occupational Safety and Health Administration) limita a 100 µg/m³ de cadmio en lugares de trabajo y se recomienda que los trabajadores respiren la menor cantidad de cadmio posible.

El cadmio tiene carácter acumulativo. Mientras en un neonato, la cantidad total de cadmio en el organismo es de 1 µg, en la edad adulta podemos acumular 30-40 µg, sin llegar a aparecer manifestaciones de toxicidad.

METABOLISMO DEL CADMIO

Absorción

La mayor vía de toxicidad es la vía gástrica. El cadmio tiene una baja absorción, de 5 a 20% en un adulto, y esta absorción se ve disminuida con la presencia de calcio y ácido fólico, así como metales como el zinc y el cromo. El cadmio se absorbe 20 veces más en bebés que en adultos, esto se debe a que el bajo desarrollo de los mecanismos de excreción en neonatos produce acumulación de tóxicos. Además de la edad, también influyen los factores dietéticos, ya que la toxicidad del cadmio puede verse aumentada por deficiencias proteicas, así como deficiencias de vitamina C y D.

Distribución

Una vez penetra en el organismo se fija a los tejidos transportándose unido a la albúmina, o combinándose con metalotionina, una proteína de bajo peso molecular, sintetizada en el hígado, que compleja el zinc orgánico, evitando sus efectos nocivos.

Mecanismo de acción

Un 50-65% del cadmio se acumula entre el riñón y el hígado. En un principio llega al hígado, que es donde se sintetiza la metalotionina, y de aquí, es trasladado progresivamente al riñón, donde quedará acumulado casi de forma definitiva, ya que la vida media del cadmio es de unos 20 años en adultos. Básicamente actúa sobre orgánulos celulares, a partir de reacciones entre el metal y componentes intracelulares.

La entrada al interior de la célula se produce por transporte a través de proteína (metalotionina). Una vez en el interior celular, llega al retículo endoplásmico, el cual contiene diferentes enzimas microsomales, el cadmio actúa inhibiendo algunos de dichos enzimas. Además, también se acumula en los lisosomas de las células del túbulo proximal de la nefrona. Aquí el cadmio inorgánico es degradado a Cd²⁺, y este ion inhibe enzimas proteolíticas del lisosoma, lo que produce daños a la célula.

Excreción

La excreción se realiza por vía fecal, aunque es muy baja debida a la vida media tan larga del metal. Es proporcional a la cantidad acumulada en el organismo. El cadmio puede excretarse también a

través de las glándulas sudoríparas, así como el hierro, zinc, plomo y níquel.

EFFECTOS SOBRE LA SALUD HUMANA

Efectos agudos

En caso de ingestión masiva, los síntomas derivados se relacionan con procesos irritativos locales como: náuseas, vómitos, dolor abdominal, hipersalivación, etc.

Al contacto con los ojos, puede causar irritación. Si lo respiramos puede irritar la nariz y garganta. También puede causar irritación pulmonar, tos, falta de aire, e incluso edema pulmonar, en exposiciones mayores.

El cadmio puede causar una enfermedad similar a la gripe con escalofríos, dolor de cabeza, dolor de todo el cuerpo, un sabor metálico y/o fiebre, llamada fiebre del vapor metálico.

Efectos crónicos

Nefrototoxicidad: Puede alterar las funciones renales. La alteración es de tipo tóxica, y esta agresión se realiza sobre el epitelio tubular, al ser el más sensible de la nefrona y el que está más diferenciado funcionalmente. La alteración se produce, a nivel de túbulos proximales, y ello ocurre cuando la concentración de cadmio en el riñón llega a valores de unos 200 µg/g, lo que se conoce como concentración crítica, dando lugar a glucosuria, aminoaciduria y poliuria, es decir, imposibilidad de reabsorción de ciertas moléculas y proteínas, la mayor de las cuales es la B2-microglobulina. Si sigue aumentando puede producir finalmente, muerte celular y anuria.

Hepatotoxicidad: Se ha demostrado en estudios *in vitro* que el cadmio puede producir efectos hepáticos tanto en mamíferos, así como pescado, aves y reptiles. Se ha visto que la hepatotoxicidad es dosis-dependiente y también depende del tiempo de exposición. Faltan estudios en humanos.

Osteomalacia: Si la dosis del metal acumulado aumenta, podemos llegar a una intoxicación muy avanzada en que aparece hipercalcinuria, la cual, probablemente relacionada con una alteración del metabolismo óseo, puede llegar a producir osteomalacia.

Carcinogénesis: Se están realizando estudios para demostrar la acción carcinogénica en el hombre del cadmio. Se cree que probablemente lo sea, ya que el cadmio es uno de los metales necesarios para ciertas rutas enzimáticas y metabólicas, pudiendo actuar a nivel de proteínas transformadoras, así como producir daños en el citoesqueleto celular, afectando a la acción del ADN polimerasa a nivel de biosíntesis celular. Se desconoce actualmente si puede ocasionar cáncer a partir del contacto con la piel o por el consumo de bebida o alimentos contaminados.

Fertilidad: Ha aparecido alguna evidencia, no del todo confirmada, de que la toxicidad crónica del cadmio puede producir disminución de la fertilidad, así como fetotoxicidad.

Neurotoxicidad: En ciertos estudios actuales se han podido hallar que el cadmio está implicado de alguna manera en las vías neuronales.

Como medida terapéutica, puesto que se sabe que el cadmio produce procesos oxidativos, una ingesta adecuada de antioxidantes podría contrarrestar los efectos de los radicales libres formados, es decir, se podría neutralizar el metal cadmio. Ya se ha comentado anteriormente, que deficiencias en vitaminas C y D, de las que se conoce perfectamente su importante papel como antioxidante, hace aumentar la toxicidad del cadmio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La ubicación del cadmio en el medio ambiente, en los alimentos y en la atmósfera, supone un riesgo elevado de la acción tóxica sobre la salud del hombre y los animales. La falta de conocimiento existente sobre los efectos subletales sobre los seres vivos, obliga a la continuación de estudios experimentales *in vivo* que minimicen las lagunas de conocimiento.

Sí se conoce que, de los metales pesados, el cadmio, junto al arsénico, son los metales que presentan una mayor toxicidad y tendencia a la bioacumulación.

Riesgos y consejos de prudencia en su manipulación

Frases de riesgo (Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de España):

- R26: Muy tóxico por inhalación.
- R45: Puede causar cáncer.
- R48/23/25 Tóxico: Puede generar severos daños en la salud humana, por una exposición prolongada, si es inhalada o ingerido.
- R50/53: Muy tóxico a los organismos acuáticos, puede causar a largo plazo efectos nocivos en el medio ambiente.
- R62: Riesgo de deterioro de la fertilidad.
- R63: Riesgo posible del daño al feto.
- R68: Riesgo posible de efectos irreversibles.

Consejos de prudencia:

- S45: En caso de accidente, o que se encuentre mal, busque consejo médico inmediatamente.
- S53: Evitar su exposición, obtener instrucciones especiales antes de utilizar.
- S60: Este material y su envase se debe disponer como desechos peligrosos.
- S61: Evitar su vertido al medio ambiente. Referirse a las instrucciones especificadas en las hojas de seguridad.

Primeros auxilios

En el caso de contacto con los ojos: enjuagarse inmediatamente con grandes cantidades de agua, por lo menos por un período de 15 minutos, y levantarse y bajarse los párpados superiores e inferiores con los dedos repetidas veces.

Cuando existe un contacto con la piel, quitarse la ropa contaminada, y lavarse la piel contaminada con agua y jabón.

Si se ha respirado cadmio: se debe salir del lugar de la exposición, comenzar la recuperación si hay parada cardio-respiratoria, trasladar a la víctima a un centro médico, y se recomienda observación médica por un período de 24-48 horas después de la sobreexposición respiratoria, ya que quizás el edema pulmonar no se presente inmediatamente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Schmitt CJ, et al. A screening-level assessment of lead, cadmium, and zinc in fish and crayfish from Northeastern Oklahoma, USA. *Epub* 2006 Jun 22; 28(5): 445-71.
2. Madejón P., et al. Accumulation of As, Cd and selected trace elements in tubers of *Scirpus maritimus* L. From Doñana marshes (South Spain). *Chemosphere*. 2006 Jul; 64(5): 742-8.
3. Wayland M, et al. Concentrations of cadmium, mercury and selenium in common eider ducks in the eastern Canadian arctic: influence of reproductive stage. *Sci Total Environ*. 2005 Dec 1; 351-352: 323-32.
4. Levingood JM, Skowron LM. Use of a simulated gizzard to measure bioavailability of metals and other elements to waterfowl. *Ecotoxicology*. 2001. Oct; 10(5): 299-304.
5. Toxicología ambiental- Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental. 2000, The University of Arizona.
6. Toxicología y seguridad de los alimentos. R Derache Ed. Omega. 1990.
7. Endo et al. 2000. Contamination of heavy metals and organochlorines in whale meta (part 2): mercury contamination. Abstracts of 79 th Meeting of Food Hygienic Society of Japan: Tokyo, Japan 10-12 May, 2000: 28.
8. Cadmium toxicity to rainbow trout hepatocytes. Protective activity of zinc and selenium. Lafuente A. y Mouteira RC. *Revista AET (Asociación española de Toxicología)*. Vol 16. n.1, 1999.
9. Prevención. El "poder" de antienvjecimiento de los antioxidantes. *Dsalud*, nº 24, Enero, 2001.
10. Toxicología de los alimentos. Ernst Linder. Ed Acribia, 3ª edición.
11. <http://www.prtr-es.es/Cd-Cadmio-y-compuestos,15605,11,2007.html>. (Gobierno de España, Ministerio de Medio Ambiente).

Relación de las modificaciones ambientales con los seres vivos: Evolución y adaptación del hombre, y efectos sobre la salud

María Dolores MARTÍNEZ BELLÓN

Alumna del Master. Diplomada en Enfermería. Servicio de Medicina Preventiva. Hospital Clínico Universitario San Cecilio. Granada. Correo-e: md.martinez.sspa@juntadeandalucia.es

INTRODUCCIÓN

El entorno desde su inicio ha ido experimentando modificaciones, el cambio es algo consustancial al planeta tierra. A lo largo de millones de años de historia ha experimentado cambios muy intensos. Los seres vivos que en él viven igualmente están sometidos a una evolución. El hombre está influenciado por el ambiente biológico, social, físico y genético, y a su vez, con su actividad contribuye a alterar el entorno, el ecosistema, pudiendo tener importantes repercusiones sobre los ciclos del agua y el clima.

También la actividad solar está influyendo sobre el entorno de los seres vivos, el cambio del clima. La mayor parte de la energía que recibe la superficie del planeta proviene del Sol. Desde las plantas y bacterias que fotosintetizan su energía y los animales que las consumen así como las lluvias, los vientos y corrientes marinas que son utilizadas por el hombre para producir electricidad son posibles gracias al Sol. Los combustibles fósiles no son mas que energía solar almacenada hace millones de años por plantas y animales ya descompuestos. De hecho la mayor actividad solar registrada desde que empezó el estudio de nuestro astro corresponde a las últimas décadas. Hay una creciente tendencia en la comunidad científica que señala que las eras glaciares fueron causadas por una ligera disminución de la actividad solar o por grandes erupciones volcánicas que obstaculizaron la luz solar, o de ambas cosas a la vez. Hoy se revierte este fenómeno aumentando la temperatura de la tierra (1).

El conocimiento científico disponible permite prever cuales serian los cambios más importantes que tendría lugar en el siglo XXI, dentro de amplios márgenes en cuanto a la magnitud de estos cambios que dependen a su vez de la progresión de la presión de las actividades humanas.

El cambio global define el conjunto de cambios ambientales afectados por la actividad humana, a lo largo de millones de años de historia. Ha sido definido por la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático como *un cambio en el clima, atribuible directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante períodos de tiempo comparables.*

Sin embargo hay 2 características que hacen que estos cambios sean únicos en la historia del planeta: en primer lugar, la rapidez con que este cambio está teniendo lugar, con notables cambios en espacios de tiempo cortos para la evolución del planeta, y en segundo lugar, el que una única especie, el *Homo sapiens* sea el autor de estos cambios.

El crecimiento de la humanidad es un proceso imparable, que continuará, alcanzándose un máximo de población, 9000 millones, en el año 2050 (Naciones Unidas, 2003), con una leve disminución a continuación derivada principalmente del impacto del virus del SIDA en África y Asia.

HUELLAS DEJADAS POR LAS MODIFICACIONES AMBIENTALES Y REPERCUSIONES A NIVEL DE LA SALUD

El ser humano se considera dependiente de la biodiversidad porque recibe beneficios de su existencia. Ejemplos de ello son los alimentos, materiales de construcción, medicinas, etc. Según el Convenio de Biodiversidad (CBD, 1992), el término de biodiversidad, se define como *la variabilidad entre organismos vivos provenientes de cualquier fuente.*

Es un concepto:

- Dinámico, en el cual se tendrán en cuenta los cambios de los organismos vivos de un lugar a otro y con el paso del tiempo.
- Complejo, teniendo en cuenta sus diferentes niveles, la interacción entre dichos niveles, y todo ello variando en el tiempo.
- Que debe entenderse en su totalidad para poder asignársele el valor que le corresponde, y de esa manera lograr concienciar a los diferentes actores de la sociedad. Debido a las fuertes presiones antropocéntricas, la pérdida de biodiversidad se ha acelerado notablemente, como lo reflejan los índices globales presentados en el *Living Planet Report*.

Los ecosistemas son de suma importancia para nuestra subsistencia, y debemos ayudar a mantener su estabilidad para poder seguir beneficiándonos de sus servicios. Un desarrollo sustentable sólo se puede lograr estableciendo un equilibrio lo más estable posible entre el ambiente, la economía y la sociedad [2].

En la salud, el cambio global es una fuente de conflicto social y deterioro de la salud de la humanidad tanto presente como de las generaciones futuras, produciendo alteraciones en diferentes campos.

a) Mortalidad asociada a olas de calor e inundaciones:

Cuando la temperatura ambiental se eleva por encima de los valores normales de cada zona las personas sufren lo que se denomina *golpe de calor*, situación en la que la persona está sometida a altas temperaturas ambientales y experimenta un fracaso, potencialmente letal, del sistema de termorregulación corporal. Durante las olas de calor la mortalidad puede incrementar marcadamente. Las consecuencias de esta ola de calor se dejan notar en distintos ámbitos, entre otros el sanitario.

El año 2003 fue el más caluroso de las últimas décadas. En España, las cifras provisionales del Ministerio de Sanidad y Consumo a fecha 3 de octubre de 2003 eran de que, a consecuencia de la ola de calor, fallecieron 141 personas, 59 de ellas por golpe de calor y 82 por agravamiento de una patología previa [3]. La situación fue más grave en otros países de Europa, sobre todo en Francia, donde se dieron cifras de verdadera epidemia.

El verano del 2003 pasará a la historia como un anticipo de lo que puede suponer el cambio climático global: olas de calor, muertes directas por hipertermia o indirectas por agravamiento de otras dolencias, incendios forestales, una prolongada sequía de más de cuatro meses que termina bruscamente con tormentas, inundaciones, graves daños a la agricultura, al turismo y a las infraestructuras.

Así por ejemplo, el catedrático de Ecología y Director del Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad de Castilla-La Mancha, José Manuel Moreno, ha presentado en el Ministerio de Medio Ambiente un informe sobre los impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático para Europa del sur (12/04/2007). El informe confirma que todas las regiones europeas se verán negativamente afectadas por el cambio climático y que *la adaptación se configura como la única respuesta disponible y apropiada frente a los impactos consecuencia de las emisiones del pasado.*

La adaptación al cambio climático puede beneficiarse de las experiencias obtenidas en las respuestas a eventos climáticos extremos, emprendiendo planes proactivos de gestión de los riesgos: Inundación de zonas costeras debido a las tormentas y al aumento del nivel del mar, sequías más frecuentes y prolongadas, temporadas más largas de incendios forestales, y riesgos para la salud debido a olas de calor. Así, en varios países ya se han implantado sistemas de alerta temprana de olas de calor, además de incorporar planes específicos a las políticas nacionales o europeas de agricultura, energía, bosques, transporte y otros sectores [4]. El calentamiento global está asociado actualmente con tiempo inestable y fenómenos extremos: lluvia, inundaciones, tormentas, etc. En lugar de reducir las poblaciones de vectores, estos fenómenos ayudan a su expansión demográfica. Además, las pequeñas

variaciones de temperatura y niveles de humedad afectan rápidamente a las poblaciones de artrópodos (pulgas, garrapatas, mosquitos, moscas de la arena y culicoides) [5].

Cabe esperar un aumento de la morbi-mortalidad causada por las olas de calor, que se apuntan como más frecuentes en intensidad y duración en los próximos años

Entre las personas en riesgo de muerte por golpe de calor están los ancianos (sobre todo aquellos que viven aislados socialmente); las personas con enfermedades previas como insuficiencia cardíaca congestiva, enfermedades cerebrovasculares y alcoholismo; los pacientes sometidos a determinados tratamientos farmacológicos; y las personas intoxicadas con drogas depresoras del sistema nervioso central y con alcohol [5]. El sobreejercicio y la vestimenta inapropiada pueden contribuir a los efectos severos del calor [4].

Según datos de la OMS, en el último decenio del siglo XX, los desastres naturales afectaron a casi 2000 millones de personas, de las cuales un 86% sufrieron las consecuencias de inundaciones y sequías; las inundaciones aumentan la amenaza continua para la salud que representan la contaminación de los sistemas de agua de bebida, los servicios de saneamiento inadecuados, los desechos industriales y los vertederos de basura; las sequías son la principal causa de mala salud y morbilidad porque provocan y exacerban la malnutrición y el hambre, a la vez que privan del acceso a un abastecimiento adecuado de agua; el control de situaciones de urgencia requiere una serie de actividades como la prevención, la preparación, la respuesta a las emergencias, el socorro y la recuperación.

b) *Aumento de la mortalidad por el agua insalubre:*

El acceso al consumo de agua potable constituye una mejora importante para la salud de la población, pero todavía no se puede garantizar a todo el planeta, siendo un reto en el que continúan trabajando la mayoría de las instituciones gubernamentales. Por otro lado el agua potable contaminada origina enfermedades tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados.

La calidad del agua puede estar afectada por agentes que pueden causar enfermedades, hay una variedad amplia de agentes patógenos bacterianos, virales y protozoos. Su importancia varía en función de las estaciones, el ámbito, etc. Los agentes bacterianos provocan la mayoría de las enfermedades diarreicas en los países en vías de desarrollo, los virus y protozoos tienden a provocar más casos en los países desarrollados.

Las enfermedades diarreicas matan aproximadamente a 1,8 millones de personas cada año (OMS 2005). Entre las enfermedades infecciosas, la diarrea se clasifica como la tercera causa principal de mortalidad y morbilidad (después de las infecciones respiratorias y el VIH/SIDA), lo que la sitúa por

encima de la tuberculosis y el paludismo. Los niños pequeños son especialmente vulnerables y constituyen el 68% de la carga total de la enfermedad diarreica. Entre los niños menores de cinco años de edad, la diarrea representa el 17% de todas las muertes. En personas infectadas por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) o en personas que han desarrollado el síndrome de la inmunodeficiencia adquirida (SIDA), la diarrea puede ser prolongada, grave y potencialmente mortal.

El agua también se ve afectada por los contaminantes químicos provocando enfermedades asociadas a metales, nitritos, y desechos industriales en general.

No podemos olvidar la repercusión que tienen las inundaciones y los periodos de sequía en la contaminación del agua.

Otras enfermedades asociadas al agua potable son hepatitis A, E, y poliomielitis, ya que se asocian con agentes de origen fecal transmitidos por el agua.

Por esto hoy los esfuerzos para evaluar la calidad del agua se centran en los patógenos fecales. Según Kofi Annan, Secretario General de las Naciones Unidas, *no acabaremos con el SIDA, la tuberculosis, la malaria, ni ninguna de las demás enfermedades infecciosas que asolan al mundo en desarrollo, hasta tanto no hayamos ganado también la batalla para asegurar la disponibilidad de agua potable, saneamiento y asistencia sanitaria básica.*

Periódicamente *emergen* nuevas enfermedades, incluidas aquellas relacionadas con el agua, ya sea porque se reconocen como tales o por el aumento significativo de su importancia. Esto se puede deber a la evolución de los microorganismos, a cambios en el manejo de los recursos hídricos y del abastecimiento de agua, a cambios de herramientas y métodos para estudiar los organismos y sus efectos sobre la salud, o a cambios en la misma población humana.

c) *Desplazamientos de los rangos geográficos de patógenos:*

La extensión geográfica a otros países de vectores ya establecidos o por la implantación e instalación de vectores sub-tropicales adaptados a sobrevivir a climas menos cálidos y más secos. Entre las enfermedades vectoriales susceptibles de incrementar su incidencia en países diferentes a los suyos propios son algunas transmitidas por mosquitos (dengue, malaria) o garrapatas (encefalitis).

Los últimos simposios de parasitología han confirmado la tendencia de que algunas enfermedades de transmisión vectorial están aumentando en Europa, los patógenos circulan más fácilmente, y las causas de estos cambios están relacionadas principalmente con factores humanos, aunque también el calentamiento global afecta directamente a los vectores artrópodos (densidad, distribución geográfica, capacidad vectorial) [5].

d) *Aumento de alergia, distintos tipos de cáncer fomentados por la contaminación:*

En muchas partes del mundo se están realizando esfuerzos, con éxito variable, para combatir las causas de la contaminación atmosférica y su corolario de efectos devastadores para los habitantes de este planeta. Las sustancias que contaminan el aire causan cada vez más trastornos patológicos específicos y no específicos. La profesión médica, en estos casos, centra su atención en las reacciones patógenas alérgicas, tóxicas e irritantes de las mucosas de las vías respiratorias inferior y superior, y de la epidermis. Los niños, particularmente, corren un riesgo, pues la función de barrera biológica de sus mucosas no está suficientemente desarrollada.

Hoy en día se realizan más investigaciones científicas sobre el nexo casual entre la contaminación atmosférica y el aumento de ciertas enfermedades crónicas y agudas que hace algunos años. Estas correlaciones parecen confirmarse según los datos registrados en la evolución de la morbilidad.

Clínicamente hablando, la contaminación atmosférica más importante en forma de partículas se debe al polvo, hollín, esporas de moho, ácaros en el polvo doméstico y sus excrementos, bacterias, virus, polen, amianto y metales pesados tóxicos.

El *aire interior* también presenta un problema que se agrava con los crecientes esfuerzos para mejorar el aislamiento de casas y apartamentos, el aumento del número de animales domésticos, los sistemas de aire acondicionado con funcionamiento deficiente, y el humo de cigarrillos.

Los productos contaminantes son más peligrosos para nuestra salud de lo que se pensaba y causan más cáncer de lo que hasta ahora se había creído. Un estudio realizado por la Universidad de Liverpool alerta de que los riesgos de contraer cáncer por efecto de la contaminación ambiental son mayores de lo que se pensaba hasta ahora, particularmente en los casos de cáncer de mama, testículos y próstata. Los elementos más dañinos son los compuestos organoclorados, que se utilizan como plaguicidas para las cosechas y en los plásticos.

El cáncer tiene menor incidencia en sociedades no industrializadas, que aún viven en contacto con la naturaleza, lo que sugiere que, evidentemente, existe un vínculo entre esta enfermedad y el tipo de vida derivada de la industrialización. Por eso, los especialistas aconsejan que se opte cada vez más por los productos biológicos, como método de prevención, y que las autoridades revisen continuamente el nivel de contaminantes. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que 1-5 % de las enfermedades más graves de los países desarrollados se deben a factores medioambientales. Para Vyvyan y Newby, este cálculo se queda corto [6].

e) Pérdidas económicas en la agricultura por desertización y eventos extremos:

Desde la aparición de la agricultura, hace unos 10.000 años, las prácticas agrícolas han aumentado en extensión, sofisticación e intensidad. La

producción tradicional de alimentos no produce generalmente problemas ambientales, sin embargo las nuevas técnicas de producción intensiva vegetal y animal, incluida la modificación genética y la utilización de sustancias de síntesis, contribuyen a generar serios problemas ambientales y de salud.

Uno de los más graves problemas ambientales que se presenta en áreas rurales es la desertización, fenómeno de degradación de la tierra en zonas áridas, semiáridas y sub-húmedas secas, derivado de los efectos negativos de actividades humanas. Las causas son el sobrecultivo, la utilización excesiva de las tierras para el pastoreo y la deforestación, que derivan en agotamiento y erosión del suelo. La productividad del suelo disminuye, se reduce la producción de alimentos, se le quita a la tierra su cobertura vegetal y todo ello impacta en forma negativa en áreas que no están afectadas directamente por estos síntomas, causando inundaciones, salinización del suelo, deterioro de la calidad del agua y obstrucción con sedimentos de ríos, corrientes y reservorios.

Hoy se buscan máximos beneficios a corto plazo de la agricultura intensiva, que se ha convertido en la principal causa de degradación de los suelos y el agua y, por tanto, de los procesos de desertización. El elevado consumo de agua, la fuerte mecanización y la utilización de productos agroquímicos, constituyen los elementos característicos de la agricultura intensiva, cuyo incremento en los últimos tiempos, está propiciando un aumento de la presión y degradación de nuestros suelos [7].

Aunque la agricultura se percibe como una actividad *limpia*, en el cultivo intensivo se enmascaran fuentes de contaminación similares a la industria, con el agravante de que la agricultura está mucho más generalizada. Desde el origen de la agricultura, el crecimiento de la población mundial se ha debido principalmente al aumento de la producción de alimento por unidad de superficie, más que al efecto contrario de aumento de la superficie cultivada. En la actualidad se ha llegado en los países desarrollados a un rendimiento máximo que difícilmente puede ser superado.

Los cultivos intensivos han sido y son una de las principales causas de pérdida de suelo fértil. Los países ricos aplican su tecnología y sus capitales para incrementar la producción de las tierras. Los países pobres incrementan su producción de alimentos a través de nuevas rotaciones y desmontes. La falta de mercado interior obliga a producir para mercados exteriores muy competitivos.

Hay que tener presente que los impactos no sólo tienen relación con el medio ambiente; repercute también en los sistemas sociales y económicos. Si bien las consecuencias ambientales corresponden a la destrucción de la fauna y flora, la reducción significativa de la disponibilidad de los recursos hídricos y deterioro físico y químico de los suelos genera una pérdida considerable de la capacidad productiva, provocando cambios sociales (como las migraciones) que

desestructuran las familias y acarrear serios impactos en las zonas urbanas, para donde se desplazan las personas en busca de mejores condiciones de vida [7].

La agricultura tendrá que afrontar una mayor demanda de agua de riego, siendo este otro problema añadido. Cultivos como las legumbres, el girasol o los tubérculos, disminuirán notablemente su productividad antes de 2050. El reto de la población es cómo cultivar la tierra sin que afecte al medio ambiente.

A escala mundial, el potencial de producción de alimentos podría aumentar si las temperaturas locales medias aumentasen 1-3 °C, aunque se vería afectada por un aumento mayor de las temperaturas. En las latitudes bajas, medias y altas, se podría responder a un calentamiento moderado, adaptando los métodos de cultivo para mantener las cosechas de cereales. Sin *adaptación* se espera un declive de la productividad de cultivos de las latitudes bajas, incluso en caso de un pequeño calentamiento local, lo que aumentaría el riesgo de hambruna. Se prevé que un calentamiento duradero tendrá efectos adversos para la pesca y la acuicultura.

La población humana se ha expandido de manera tan impresionante que algunos biólogos temen que el planeta no pueda mantener tal cantidad de personas. En la actualidad, millones de personas están mal nutridas. Casi la totalidad de la tierra cultivable está ya siendo explotada.

La evolución cultural ha causado la desnutrición y la degradación a gran escala del ambiente. Los bosques lluviosos tropicales y otros ambientes naturales están desapareciendo con rapidez. En muchos lugares contamina el suelo, el agua y el aire. La desertificación aumenta a medida que se destruye la cubierta vegetal natural para cultivar ese suelo. Muchas especies vegetales y animales están desapareciendo porque no pueden adaptarse a los grandes cambios que le ser humano está causando en el ambiente. Es alarmante el descenso en la diversidad biológica debido a la extinción [8].

La *desertificación* o *desertización* es la disminución o eliminación irreversible de la cobertura vegetal. Se origina cuando se actúa inadecuadamente sobre el territorio, o por procesos de origen natural, como el origen de desiertos a lo largo del tiempo geológico. La desertificación está asociada a la disminución de la capacidad del suelo para soportar vida vegetal o a la pérdida por erosión del propio suelo. La disminución de la fertilidad se puede deber a la menor disponibilidad de humedad, aumento de la salinidad, o contaminación.

Una de las consecuencias más negativas para el ser humano es la aparición del hambre en amplias zonas semiáridas, debido en parte a la disminución de la productividad del suelo. El medio natural también se ve afectado, al reducirse la capacidad del territorio para sustentar vegetación. Procesos de desertificación a escala regional pueden afectar también al clima, haciéndolo más riguroso. Estos procesos se dan tanto en los países ricos como en los pobres. Desde 1977 la

desertificación ha pasado a ser oficialmente un problema mundial que afecta a países ricos y pobres, en los primeros provoca pérdidas económicas pero en los segundos provoca serios problemas de hambre, especialmente en África [9].

Más del 30% de la superficie del Planeta lo constituyen áreas susceptibles a la desertización. En ellas viven en torno a mil millones de personas, que en menos de unas décadas será muy difícil alimentar a la creciente población. Los más perjudicados son los países de África, algunas zonas de Asia del este y del sur, y de Sudamérica [7].

Para dominar la desertificación es indispensable que las sociedades humanas aprendan otra vez lo que aprendieron por primera vez hace miles de años, esto es, que la vida social y cultural sólo es posible en las zonas secas si se es capaz de elaborar una economía que esté en armonía con la naturaleza, adaptada a las condiciones del lugar. Para una lucha eficaz frente al problema de la desertificación se hace imprescindible desarrollar acciones de prevención y de recuperación. Para la prevención se requiere planificar un adecuado manejo del recurso suelo, conservar los bosques, evitar el sobrepastoreo, utilizar métodos adecuados de irrigación, mejorar los pronósticos de sequía a largo plazo y combatir la pobreza rural. Para la recuperación de áreas ya degradadas es necesario reforestar, mejorar el uso del agua y fijar médanos [7].

e) *Oscilación de los flujos turísticos asociados a cambios climáticos:*

Expertos en La Conferencia de Turismo Sostenible del Caribe proclamaron hacer de la ecología una prioridad y tener en cuenta que los cambios climáticos importan en el turismo.

Otra de las consecuencias del cambio climático es su efecto sobre la distribución de la actividad económica. Por razones obvias, por ejemplo, es probable que disminuyan los flujos turísticos hacia el Mediterráneo en verano y que aumenten en primavera y otoño. Asimismo, sufrirá una notable reducción la demanda turística asociada a la nieve.

La actividad turística a la vez influye también en la distribución de las enfermedades transmisibles. Más de 30-40 millones de personas viajan anualmente en avión, algunos a regiones del planeta donde determinadas infecciones son endémicas y donde existe también una tendencia creciente a la inmigración, especialmente desde África subsahariana, norte de África y países del este de Europa hacia la Unión Europea.

En los últimos diez años, han aparecido *nuevas* enfermedades en equinos y carnívoros, como la babesiosis (endémica en EEUU) en Alemania, Países Bajos y Bélgica, ehrlichiosis canina monocítica en el Sur de Europa, anaplasmosis por *A. platys* en Francia y anaplasmosis por *A. phagocytophilum* en ganado, equinos, perros y gatos en el Norte de Europa.

Se han identificado varias causas:

- El transporte por aire, mar, tren y carretera ha experimentado un incremento muy significativo durante las últimas dos décadas, con gran movimiento de animales de producción, animales de deporte y ocio, así como seres humanos. Fuera del transporte comercial y de ocio, este movimiento proporciona las condiciones ideales para la circulación de patógenos, si no se controla adecuadamente.

- El incremento de las vacaciones y los viajes a lugares cada vez más lejanos favorece los intercambios patógenos, especialmente cuando los animales de compañía viajan con sus propietarios. Por ejemplo, cada vez viajan más personas del Norte de Europa a España, Italia y Francia durante el verano, y es posible que sus animales de compañía vuelvan a los Países Bajos, Bélgica o Alemania con leishmaniosis, ehrlichiosis o babesiosis [5].

Todos estos cambios van muy relacionados con los tipos de vida que actualmente se lleva y gradualmente van teniendo sus repercusiones en la salud.

EVOLUCIÓN DE LA SALUD

El equilibrio dinámico entre salud y enfermedad busca favorecer la calidad de vida. Está condicionado por el potencial genético del individuo, más la capacidad de adaptación del hombre y la población a su ambiente, más los riesgos y peligros para la salud a los que está sometido. La salud está condicionada por el ambiente, el estrés, los hábitos de vida, la biología.

Durante los últimos años han aparecido nuevas enfermedades y también han reaparecido enfermedades ya conocidas, a veces con cambios en la epidemiología. Hoy en día, la cuestión es mucho más amplia, ya que la mayoría de estas enfermedades afectan tanto a hombres como a animales (zoonosis) y la incidencia aumenta debido a los cambios climáticos, y estos están influenciados por las diferentes actividades humanas por ello es necesario un enfoque multidisciplinar para gestionar la salud.

Las previsiones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) con respecto a la salud de la humanidad para el siglo XXI son optimistas, la esperanza de vida será mayor y la calidad de vida mejor. La lucha contra las enfermedades tendrá dos grandes frentes simultáneos, las enfermedades transmisibles (infecciosas) y las crónicas no transmisibles (cáncer, cardiovasculares, diabetes y enfermedades neurovegetativas).

Las enfermedades transmisibles son de una prioridad global, teniendo en cuenta que en el año 1995 el 55% de la población era rural y el 45% urbana, y las previsiones para el 2025 son el 60% urbana, concentrándose además en grandes ciudades con más de 5-10 millones de habitantes. La estructura de estas ciudades es diversa, la creación de parques que mejoran la calidad de vida también tiene otras consecuencias, facilita el desarrollo de poblaciones

de garrapatas, vectores de múltiples enfermedades, como la borreliosis de Lyme. El desarrollo de grandes áreas residenciales, con pequeños jardines favorece el desarrollo de vectores artrópodos (como las garrapatas, los mosquitos o las moscas). En otros lugares del mundo, los embalses y los lagos artificiales pueden crear condiciones favorables para el desarrollo de vectores de enfermedades [5]. Las actividades al aire libre, como el trekking, la bicicleta de montaña o el footing también aumentan el riesgo de picaduras.

De los 12 millones de muertes anuales atribuidas a enfermedades infecciosas, el 95% ocurre en países de renta baja, particularmente en las áreas más pobres, donde los estándares de higiene y sanidad individuales y generales son más bajos, y las políticas preventivas se revelan como inexistentes, mal adaptadas o dotadas con recursos humanos, técnicos y económicos insuficientes. Por el contrario, algunos aspectos relacionados con el desarrollo industrial supone un mayor riesgo de aparición o reaparición de enfermedades transmisibles como las derivadas de la extensión y globalización de la cadena alimentaria (enfermedad de las vacas locas), del aumento, complejidad y agresividad inmunológica de algunos procedimientos médicos y quirúrgicos realizados en hospitales (infecciones hospitalarias resistentes a los antibióticos). Transfusiones, injertos de tejidos y trasplantes son ocasión para nuevas formas de contagio, a veces de microorganismos o virus, dando lugar a situaciones previamente impensables que favorecen, a través de recombinaciones genéticas y otros mecanismos la evolución de nuevas cepas. Estas son situaciones fisiológicas ó clínicas que favorecen la infección. Un porcentaje considerable de estas infecciones son producidas por bacterias medio ambientales; para poder infectar a un número considerable de pacientes deben persistir en el medio ambiente, ser virulentas y resistentes a los antimicrobianos. Estos patógenos oportunistas se han convertido en la mayor fuente de infección de los hospitales, en los últimos años se ha comenzado a desvelar la existencia de una base genética que justifica una mayor ó menor predisposición de cada individuo a cada tipo de infección. Especialmente arriesgado es el xenotransplante (transplante en los que otras especies son donantes), ya que favorecen la irrupción y probable adaptación al organismo humano de nuevos agentes infecciosos. Otros aspectos relacionados con las migraciones, viajes y comercio mundial a gran escala, la generalización de medios transporte personal rápido, el avión hace muy difícil controlar la dimensión de brotes infecciosos, sobretodo cuando la incubación es larga (la crisis producida por en torno al SARS), el comercio de materias primas, que extiende los vectores fuera de su área original, son algunas de las principales causas de epidemias de plantas y ganado.

Todos estos factores ilustran simplemente el hecho de que vivimos en un mundo donde la globalización del comercio y los viajes supone una

amenaza constante para los sistemas sanitarios, para los dispositivos de salud pública, que siguen siendo muy frágiles frente al riesgo de múltiples enfermedades transmisibles, algunas de ellas originadas lejos de nosotros, como la alerta producida en el 2003 por la gripe aviar [10].

Las enfermedades infecciosas están a la orden del día. La raza humana se ve amenazada, hoy más que nunca, por diversos microorganismos capaces de ocasionar estragos en las poblaciones de menores recursos del planeta.

Hoy, no hay ningún país que se vea libre del *SIDA*, una enfermedad que ya ha cobrado millones de vidas y que continuará haciéndolo, actualmente afecta a 32 millones de personas, mientras que nuevas enfermedades brotarán, más contagiosas y más fulminantes.

Desde los años cuarenta, las enfermedades infecciosas se han multiplicado a un ritmo jamás superado. La década de los ochenta ha representado el apogeo de este tipo de patologías.

En los últimos 20 años, han surgido por lo menos 30 enfermedades nuevas, como el *SIDA*, el ébola, varios tipos de hepatitis y otros virus mortales (compilados del Informe 1996 de la Organización Mundial de la Salud y otras fuentes), mientras que están reapareciendo antiguas enfermedades infecciosas como la tuberculosis, el cólera, la malaria y la difteria. Por otra parte, el desarrollo y la extensión de resistencias bacterianas a los antibióticos constituyen un problema especialmente importante en países de renta alta en particular con relación a las infecciones nosocomiales que producen una morbilidad extensa y de consecuencias a menudo graves, pero también en países de renta media y baja tenemos neumococos resistentes a la penicilina, *Plasmodium* resistentes a antipalúdicos actualmente han hecho sonar las alarmas de una crisis antibiótica.

La resistencia antibiótica se ha identificado como una prioridad global para todas las agencias de salud pública del mundo y ha condicionado la publicación en 2001 de recomendaciones nacionales e internacionales incluyendo estrategias globales de la OMS y de la Comisión Europea. El origen del problema es multifactorial requiere estrategias globales, basadas en un mejor conocimiento de sus determinantes y dinámica, así como una validación de las estrategias de intervención y un desarrollo de tratamientos alternativos.

Los elementos que intervienen en la aparición de mecanismos de resistencias pueden analizarse en diferentes compartimentos o ecosistemas, pero finalmente siempre están interrelacionados, y las medidas preventivas tienen que aplicarse en todos los niveles. La utilización masiva de antimicrobianos para la mejora de la producción ganadera ha tenido como consecuencia el aumento de resistencias de determinados patógenos que afectan al hombre. El uso masivo de quinolonas en las granjas avícolas se

ha relacionado con la pérdida de sensibilidad de *Campylobacter* a este grupo de antibióticos.

Por si fuera poco, la promiscuidad genética bacteriana aumenta el potencial evolutivo de los microorganismos patógenos mediante la transferencia horizontal de genes. Este potencial evolutivo se está viendo favorecido y acelerado fuertemente en los últimos años por la actividad humana. Se puede ilustrar este aspecto con dos cuestiones de gran importancia para la evolución de los microorganismos patógenos y, por ende, de las enfermedades infecciosas.

El uso indiscriminado y excesivo de los antibióticos en la clínica humana y veterinaria, y en otras actividades como la agricultura o la ganadería, es un factor selectivo muy potente, no sólo para seleccionar bacterias resistentes a los antibióticos, sino también en la selección de elementos genéticos que además contienen genes relacionados con la virulencia. No olvidemos que, con frecuencia, los genes de resistencia a antibióticos están asociados a plásmidos, GI y otros elementos genéticos móviles, transferibles horizontalmente, y a cuya selección contribuyen. Y que, asimismo, a estos elementos se asocian también factores de virulencia, por lo que también pueden contribuir indirectamente a la selección de la virulencia. El mal uso de los antibióticos, una vez más, demuestra la gran ignorancia de la humanidad en relación con lo que nos enseña la historia natural.

Un segundo aspecto favorecedor del intercambio genético entre microorganismos asociado a la actividad humana, sería el trasiego de microbios sin fronteras; los movimientos poblacionales y las actividades comerciales y turísticas, favorecen en la actualidad un continuo trasiego de personas y mercancías, que facilita la diseminación de microorganismos, incluidos los patógenos y sus vectores, por todo el planeta.

Para entender la evolución de las bacterias patógenas en cuanto a la adquisición de genes de virulencia o de resistencia, debemos considerar este proceso como el resultado de la incorporación de nuevas piezas mediante procesos de ingeniería evolutiva, es decir, mediante la generación de elementos genéticos nuevos, que se someten a los procesos adaptativos al instante. Como dijo L. Pasteur *los microbios siempre tienen la última palabra*, y Ch. Darwin, *no siempre son las especies más fuertes, ni las más inteligentes, las que sobreviven, sino aquellas que mejor responden a los cambios*. Por tanto, en la lucha contra las enfermedades infecciosas, como en otras tantas cosas, aprendamos de la historia natural, tratemos de adaptarnos mejor a los cambios e intentemos buscar un equilibrio [12].

Los avances en la caracterización de los virus a nivel molecular, sugieren que coevolucionan con sus organismos hospedadores. Posiblemente esto se debe a que los virus son parásitos intracelulares extremos y, por la tanto, requieren de la supervivencia del hospedador para poder asegurar su propia supervivencia. Un virus se replica en su hospedador natural,

tiende a no causar enfermedad en el mismo o causa una enfermedad leve y autolimitada en la mayoría de los casos. Varios de los virus conocidos producen enfermedades severas solo cuando infectan organismos diferentes a sus hospedadores naturales. Esto sugiere que buena parte de los virus asociados con la producción de enfermedades, son virus que están en proceso de adaptarse a un nuevo tipo de hospedador y que una vez lograda dicha adaptación, la estrategia del virus consiste en perpetuarse y propagarse sin afectar al organismo hospedador.

La inmunidad del hospedador contra el patógeno, ya sea de forma adquirida mediante vacunación o de forma natural, puede evitar que aquel muera, lo que le permite al patógeno vivir más tiempo y tener la oportunidad de evolucionar. De esta forma en poblaciones con un alto grado de inmunidad es factible que surjan cepas patógenas más virulentas que las halladas en poblaciones de personas sin inmunidad.

El surgimiento de nuevas enfermedades infecciosas parece estar relacionado con la diversidad ecológica existente en el lugar, principalmente, en el número de animales, y de la convivencia de la población humana con esas especies.

La relegación de distintos grupos animales a acotadas proporciones de terreno, unido a una creciente cercanía a las ciudades debido al ensanchamiento de las mismas en detrimento de las zonas animales, lleva a que los microorganismos causantes de las enfermedades se transformen y se adapten para atacar el organismo humano.

Si nos atenemos a esto, las nuevas enfermedades deberían surgir en la zona ecuatorial, en aquellos lugares donde haya una mayor diversidad animal en contacto con las poblaciones humanas.

Asimismo la aparición de determinados patógenos resistentes en países en vías de desarrollo genera importantes problemas de salud pública en el denominado primer mundo. Ejemplo de ello es la importancia creciente de tuberculosis o gonorrea multirresistente en países en los que la incidencia de esta enfermedad se había reducido drásticamente. Su reaparición es consecuencia del aumento de los viajes, de la inmigración y del cambio de hábitat y costumbres, cambios medioambientales y cambios tecnológicos.

Los factores han de analizarse desde los puntos de vista clínico, de la bacteria y medioambiental o ecológico. El por qué no es una cuestión que pueda responder la medicina como disciplina aislada, sino que merece la aportación de otras ciencias.

El optimismo de hace tan solo unos pocos años atrás, de que muchas de estas enfermedades podrían ser controladas fácilmente, llevó a una complacencia fatal entre la comunidad internacional, declaró en rueda de prensa el Director General de la OMS, Hiroshi Nakajima.

En los años 90, las enfermedades emergentes se han convertido en un tema que afecta a la salud pública.

EVOLUCIÓN: LA ADAPTACIÓN COMO RESPUESTA

La evolución biológica es el proceso histórico de transformación de unas especies en otras especies descendientes, e incluye la extinción de la gran mayoría de las especies que han existido. Las especies de seres vivos no han sido creadas de forma misteriosa como clases inmutables. Todos los organismos vivos actuales han surgido de forma evolutiva mediante un proceso de cambios graduales y continuos a partir de formas más antiguas (descenso con modificación). Las especies de seres vivos no son entidades fijas e inmutables, tipos ideales perfectos en la mente de un creador. Las diferencias entre los organismos miembros de una especie no son imperfecciones o errores en la materialización de la idea de la especie [9].

Tras el origen de la vida, hace unos 3500 millones de años, han ocurrido numerosas catástrofes a nivel planetario que han cambiado drásticamente las condiciones ambientales. Los periodos de aparición de especies se han combinado con extinciones masivas en un equilibrio *natural*, donde los procesos ocurren en millones de años.

Los cambios evolutivos que han ocurrido desde los homínidos hasta al ser humano moderno son obvios, desde la evolución del sistema óseo, tamaño del cráneo, aumento del encéfalo respecto a su talla corporal, y han ido unidos a sus diferentes formas de vida y hábitat.

La aparición del *Homo sapiens* ocurrió probablemente hace sólo 200000 años. Los estudios del DNA mitocondrial de poblaciones humanas actuales de diferentes regiones geográficas indican que el primer *H. sapiens* moderno pudo haber surgido en África a principios del pleistoceno tardío. Una vez que aparecieron, estos seres humanos modernos emigraron de manera extensa en la tierra [6].

Esta nueva especie ha conjugado en la Tierra dos características clave: la destreza manual y la inteligencia, que le han permitido utilizar energía exosomática para transformar su entorno en beneficio propio. Esta modificación fue beneficiosa para el *H. sapiens* ya que le proporcionó una mayor adaptabilidad. Las fuentes de energía exosomática fueron en primera instancia el fuego, los animales, el sol, el viento y los saltos de agua. La cantidad de energía utilizada era pequeña y, por ello, los posibles efectos negativos se restringían a una escala local y eran reversibles en el tiempo.

Los impactos ambientales no son exclusivos de la época actual. Ya en tiempo del Imperio Romano, hubo problemas de erosión del suelo debido a prácticas agrícolas inadecuadas. En el siglo XIII, en Mongolia, se prohibió la sobreexplotación de diversas especies de animales y árboles. En la Edad Media ya hubo crisis pesqueras en el Cantábrico. En 1306 se prohibió la quema de carbón en Inglaterra debido a la contaminación atmosférica que producía [7].

Evolución cultural en los seres humanos

Desde el punto de vista de la genética, el ser humano no es muy distinto de otros primates. Compartimos la mayor parte de nuestros genes con gorilas y chimpancés. Sin embargo, el ser humano posee mayor inteligencia y ha sido capaz de aumentar esta inteligencia a través de una evolución cultural. Ésta es la adición progresiva de conocimiento a la experiencia humana. La cultura humana es dinámica; es modificada a medida que obtenemos nuestro conocimiento. La evolución cultural suele dividirse en tres etapas: 1) Desarrollo de las sociedades cazadoras/recolectoras; 2) Desarrollo de la agricultura, y 3) Revolución industrial.

Los primeros seres humanos se dedicaron a la caza y la recolección, y dependían de lo que podían encontrar en el medio. Eran nómades, y cuando los recursos disponibles en la zona se agotaban, emigraban a otra región. Estas sociedades requerían división de trabajo y la capacidad de elaborar herramientas y armas.

La evolución cultural ha tenido efectos de largo alcance en la sociedad humana y en otras formas de vida. La Revolución Industrial, que comenzó en el siglo XVIII, dio por resultado la concentración de personas en zonas urbanas donde se localizaban los centros de manufactura. Los avances en la agricultura estimularon esto, ya que se necesitaban cada vez menos personas a fin de producir alimentos para todos. La industrialización cada vez más extensa ha incrementado la demanda de recursos naturales para suministrar materias prima a la industria. Durante los siglos XVII y XVIII, el orden de la naturaleza se atribuía a un origen divino que debía ser imitado por el hombre. El mundo viviente constituía algo estático y ordenado.

A partir de la publicación del *Origen de las especies*, cambió la concepción de la biología e incluso del ser humano como centro del universo. El darwinismo derrumbó la imagen estática y ordenada de la naturaleza por una visión de cambio explicada por leyes naturales emergentes de la evolución biológica.

Se podría decir que la evolución es la dirección que transita la vida por efecto de cada cambio que ocurre en los organismos, y se demostró que existía un mecanismo no divino de creación natural de las especies, en contradicción con la idea de inalterabilidad de los organismos, reinante hasta esos entonces. También cambió la situación del ser humano dentro de la naturaleza, mostrando que no somos fundamentalmente diferentes de otros organismos en cuanto a nuestros orígenes o al lugar que ocupamos.

Evolución y adaptación

El hombre tiene un gran poder de adaptación y aclimatación tanto al entorno natural como a los cambios culturales, siendo un fenómeno biológico muy

importante, como se ha demostrado desde sus orígenes.

La complejidad de los sistemas de homeostasis (termorregulación, eritropoyesis, regulación de la ventilación, etc.), permiten al individuo hacer frente a ambientes excepcionales. Es decir, se adapta adecuadamente para vivir en un entorno diferente a su medio natural. Este poder de aclimatación lleva un tiempo, tiene unos límites, y desaparece cuando las condiciones que lo provocan han desaparecido. Si la diferencia ambiental es extrema se producen variaciones en la estructura y fisiología del organismo.

La aclimatación también se refiere a cambios psicológicos ocasionados por variaciones en el ambiente, como el provocado por el paso de un medio rural a uno urbano.

En general se observa que los animales y las plantas que viven en un determinado ambiente presentan caracteres que los hacen más aptos para vivir precisamente en aquel ambiente particular.

Puede tratarse de adaptaciones parciales que se limiten a una especial conformación de algunos órganos, o incluso sencillamente a la coloración del cuerpo; pero pueden existir adaptaciones que abarquen toda la organización del animal o de la planta, haciendo que solo puedan vivir en el ambiente particular que les es propio.

Con la adaptación va ligado otro fenómeno muy característico, que es el de la convergencia. Consiste en el hecho de que los organismos que viven en un mismo ambiente, aunque pertenezcan a grupos muy distantes entre sí, presentan caracteres comunes, hasta el punto de que, al menos en apariencia, presentan una organización muy semejante.

Según la interpretación tradicional de la adaptación, cada organismo habría sido creado tal como ahora lo vemos y con la organización particular que le hace apto a la vida en el ambiente determinado al que estaba destinado.

Tal cosa es posible desde un punto de vista teórico. Pero es necesario hacer resaltar que el fenómeno se puede explicar admitiendo que la adaptación de los organismos a los diferentes ambientes se haya realizado gradualmente, y que cada animal o planta de un determinado grupo, originariamente dotado de una organización común, se haya diferenciado progresivamente, adaptándose a los diversos ambientes que iban ocupando.

Por suerte hemos advertido los efectos negativos que tienen en el ambiente nuestras actividades y tenemos la inteligencia para modificar nuestro comportamiento o mejorar nuestras condiciones. A través de la educación podemos ayudar a las nuevas generaciones a desarrollar sensibilidad ambiental, y hacer de la revolución cultural nuestra salvación en lugar de nuestra destrucción.

Pero todo este proceso tiene una parte negativa, no toda la humanidad tiene acceso a estos avances producidos a lo largo de los años, existiendo países desarrollados y otros en vías de desarrollo, teniendo

consecuencias muy diversas, diferencias entre evoluciones de los seres vivos, las propias enfermedades dadas por las carencias significativas en medidas para la salud así como las diferentes consecuencias en relación a las modificaciones ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Biodiversidad y su importancia para la sustentabilidad. *Ecología y biodiversidad* Por Luciana Pujol Lereis.
2. NERC Centro de Población de Biología, de la División de Biología, Imperial College, Silwood Park, Ascot, Berkshire SL5 7PY, Reino Unido. G.mace@imperial.ac.uk
3. El Médico Interactivo [diario electrónico] 2003, 3 de octubre de 2003, nº 1054. Disponible en: titulares@medynet.com
4. Adaptación, única respuesta al cambio climático en Europa Universidad de Castilla-La Mancha El catedrático de Ecología de la Universidad, José Manuel Moreno, ha presentado en el Ministerio de Medio Ambiente un informe sobre los impactos, vulnerabilidad
5. Climatología en el Servicio de veterinaria y medicina humana - VI Simposio Merial sobre parasitosis y enfermedades transmitidas por artrópodos: un modelo biomatemático para evaluar el riesgo de la población de pulgas y garrapatas.
6. Los pesticidas afectan especialmente a niños, jóvenes y bebés University of Liverpool, en Gran Bretaña. *Journal of Nutritional and Environmental Medicine*.
7. Las consecuencias de la desertización. Autor: Cristian Frers.
8. Teoría sintética de la evolución darwiniana.
9. roblemas ambientales, problemas humanos. César Bordehore. cesar bordehore. departamento de ciencias del mar y biología aplicada . universidad de alicante
- 10.- Epidemiología de las enfermedades infecciosas A: Trilla García, J. Vila Estape y M. T. Jiménez de Anta Losada. Tratado de seimic de enfermedades infecciosas y microbiología clínica.
11. 10º Seminario "La Genética aplicada a la Salud, Belleza y Bienestar", 19 de Abril de 2008.
12. La evolución de los microorganismos patógenos. "¿Aprendiendo a ser mal los?" Antonio de Vicente Profesor Titular del Departamento de Microbiología. Universidad de Málaga.
13. Inteligencia y libertad (francisco Capella).
14. Green H, Gilbert J, James R, Byard RW. An analysis of factors contributing to a series of deaths caused by exposure to high environmental temperatures. *Am J Forensic Med Pathol* 2001; 22: 196-9.
15. Intervenciones para mejorar la calidad del agua en la prevención de la diarrea. Clasen T, Roberts I, Rabie T, Schmidt W, Cairncross S
16. La inmunidad provoca el aumento de la virulencia en un modelo experimental de malaria. *Rev Panam Salud Publica*. 2004;16(1):67
17. Resistencias a los antimicrobianos y virulencia bacteriana. *Enfermedades Infecciosas. Microbiología Clínica*. 2005.
18. Los conflictos ecológicos distributivos y los indicadores de sostenibilidad. Joan Martínez Alier.
19. Evolution of pathogens in a man-made world. Camille Lebarbenchon, Sam P. Brown, Robert Poulin, Michel Gauthier-Clerc and, Frederic Thomas.

Contaminación del agua de consumo por productos farmacéuticos

María José ROMERO ROMERO

Alumna del Master. Diplomada en Terapia Ocupacional. Unidad de Estancia Diurna Los Ángeles, Granada.

Correo-e: granada_mariajose@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El agua que nos suministrada para consumo es agua tratada. No existe el agua pura natural ya que en la naturaleza toda agua contiene algunas impurezas. A medida que el agua fluye en los arroyos, se estanca en los lagos, y se filtra a través de capas de suelo y rocas en la tierra, disuelve o absorbe las sustancias con las cuales hace contacto. La mayor parte del agua de consumo de la red pública de agua proviene del tratamiento de agua de los ríos, pozos de acuíferos subterráneos o desalación. La calidad del agua ha disminuido significativamente debido a la gran carga de contaminantes y otras sustancias que hay que depurar. Para descontaminarla y hacerla potable, algunos de los productos que se le añaden, a veces son tan tóxicos como las sustancias que se trata de eliminar, por lo que a menudo el agua ya tratada contiene más de medio centenar de compuestos orgánicos e inorgánicos, como cloro, flúor, aluminio, etc.; incluso podemos encontrarnos sustancias consideradas cancerígenas como acrilamidas, trihalometanos, arsénico, cadmio o benceno. Muchos de estos productos circulan en nuestras conducciones de agua, siendo necesarios sistemas de tratamiento cada vez más efectivos.

Y es que la potabilidad del agua sigue amenazada por diferentes productos de diferente naturaleza química, de gran trascendencia e impacto ambiental, o bien de naturaleza farmacéutica como es el caso en que nos vamos a centrar a continuación.

Mientras que hasta ahora la preocupación de las Administraciones y científicos se ha centrado más en los contaminantes y productos químicos industriales y agrícolas, ahora se está empezando a prestar mayor atención al impacto de los *productos farmacéuticos* en el medio ambiente y en los sistemas de suministro de agua, incrementándose la preocupación por medir las niveles de estos contaminantes en el agua que bebemos e intentado valorar sus consecuentes riesgos en la salud humana. Aunque es un campo todavía muy nuevo, hay recientes estudios que han tratado sobre este tema, el cual tiene una trascendencia importante en nuestro país, teniendo en cuenta que España es el séptimo del mundo en consumo de fármacos. Pero, ¿qué ocurre después de su uso?

ORIGEN DE LOS PRODUCTOS FARMACÉUTICOS EN EL AGUA

Se sabe que a nuestras aguas llegan contaminantes provenientes de la industria y la agricultura, pero recientemente también se está constatando que existen agentes farmacéuticos que se toman asiduamente y que acaban terminando en las aguas de ríos y lagos. Hoy día no se han encontrado cantidades que supongan riesgos notables para nuestra salud, pero su efecto acumulativo podría tener consecuencias importantes sobre el ecosistema, consecuencias que se deben estudiar para ver como nos afectan a los seres vivos. Un ejemplo cercano sería el hecho de que la constante exposición de los microorganismos del ecosistema, como la infinidad de virus y bacterias encontradas en el agua, podría generar patógenos resistentes a estos fármacos, poniendo en peligro el tratamiento a futuras infecciones.

Además de las contaminaciones accidentales y los vertidos, los productos farmacéuticos se liberan en el medio ambiente después de haber transitado por el organismo humano. El cuerpo no absorbe todo lo que ingiere y lo elimina por medio de la orina y las heces. Las aguas residuales son tratadas, y vuelven a llegar a pantanos, ríos o lagos y desde ahí, a las plantas potabilizadoras. El problema es que en la mayoría de éstas, los tratamientos convencionales no eliminan los residuos de los medicamentos, por lo que el agua contaminada termina llegando a los consumidores.

Otra forma de contaminar el agua es arrojando los productos farmacéuticos al inodoro o al lavabo para deshacerse de ellos, a pesar de las campañas informativas que se han realizado. A su vez, tampoco la industria farmacéutica está aún suficientemente comprometida en reducir el impacto ambiental de su actividad. Una idea que se debería tener en cuenta sería el que los médicos recetasen medicamentos que

tuviesen una mayor biodegradación. Pero ello implicaría utilizar unas marcas más que otras y no sería fácil debido a los intereses que hay de por medio; y sobre todo, se produce la necesidad terapéutica de utilizar principios activos, cada uno de los cuales tiene una determinada degradabilidad que es necesario asumir.

En la Unión Europea se utilizan más de 3.000 sustancias farmacéuticas. Todos estos productos farmacéuticos, por oposición a muchas moléculas comercializadas en el mercado, están concebidos específicamente para tener efectos biológicos, por lo que a menudo son persistentes y lipófilos, lo que agrava su capacidad contaminante.

PRODUCTOS FARMACÉUTICOS PRESENTES EN EL AGUA

Diversos estudios recientes han demostrado la presencia de diferentes agentes farmacéuticos a la salida de las plantas depuradoras de agua residuales. La eficacia de estas plantas varía según factores como la naturaleza del producto, el tiempo de permanencia en la planta, la activación de los lodos, etc. Algunas depuradoras de aguas residuales no están preparadas para tratar este tipo de sustancias. En algunos casos, el porcentaje de compuesto que se elimina durante el proceso de depuración puede ser inferior al 10% de la concentración que contiene el agua, pasando el resto al cauce receptor, como en el caso del estudio del río Ebro, que se comenta más adelante. En los últimos años se están estudiando nuevos sistemas como el uso del ozono y nuevos filtros de membranas, para eliminar del agua algunos antibióticos. En lo que concierne a la producción de agua potable hay tecnologías como la filtración a través del carbón activo, nanofiltración, oxidaciones, etc., que tienen un alto costo pero que son capaces de eliminar casi la totalidad de estos productos. Los investigadores sugieren además que se incite a los industriales a sacar al mercado productos más respetuosos. Todo ello implica un mayor gasto económico en tecnología y una mayor implicación por parte de las Administraciones.

Hay realizados 3 proyectos como son el proyecto ERAVMIS, REMPHARMAWATER y POSEIDÓN, en los que han participado científicos de 13 países, que han mostrado la presencia de antibióticos y otros medicamentos como píldoras anticonceptivas o analgésicos, y que incluso en países como Alemania se han llegado a encontrar en el agua potable de suministro urbano.

Un estudio muy reciente realizado por la agencia Associated Press en Washington descubrió una vasta gama de medicamentos incluyendo antibióticos, anti-convulsivos, antidepresivos y hormonas sexuales en los suministros de agua potable para al menos 41 millones de ciudadanos estadounidenses de 24 grandes ciudades.

Otros estudios como los realizados por la Universidad de Nápoles y la Universidad de Hawai, determinaron que en las aguas efluentes analizadas se habían encontrado hasta 26 fármacos diferentes de diferentes clases terapéuticas: antibióticos, betabloqueantes, antisépticos, antiepilépticos, antiinflamatorios y reguladores de lípidos.

En Alemania, en un trabajo realizado recientemente se han determinado las concentraciones de cocaína en aguas del río Rin, antes y después de pasar por la ciudad de Düsseldorf, detectándose altas concentraciones, relacionadas con el consumo ilegal de cocaína en la ciudad. Igualmente se detectaron concentraciones alarmantes de diclofenac (analgésico antiinflamatorio no esteroide), concentraciones tales que pueden provocar daños renales en las truchas. En Suiza se han detectado truchas con el sistema inmunitario debilitado, como consecuencia del efecto de concentraciones de diclofenac ya habituales en las aguas superficiales.

En Cataluña también se realizó un estudio que identificó la presencia de una veintena de medicamentos en aguas del río Ebro, los cuales en su mayoría habían sido vertidos por la población a los lavabos, en cantidades suficientes para causar alteraciones en los peces y organismos acuáticos. Se establecieron 18 estaciones de muestreo a lo largo del río, donde se comprobó como según la zona había más o menos cantidad de producto y predominaban uno u otro tipo de medicamento. Las estaciones depuradoras de aguas residuales situadas en la provincia de Zaragoza y Navarra fueron las que mostraron niveles más altos de fármacos, donde predominaban los de tipo psiquiátrico. En el estudio también se calculó que el agua de salida de la depuradora es la que presentaba concentraciones más altas. Por ejemplo, la depuradora de Zaragoza vierte al río agua con más de 3000 ng/L de ibuprofeno (en la entrada había 12.000 ng/L). Los peces más afectados son por lo tanto los que vivían cerca del punto de vertido. Entre los fármacos que se detectaron en mayor medida destacan dos reguladores del colesterol, ácido clofibrico y gemfibrozil, los analgésicos naproxeno y diclofenac, el antiinflamatorio ibuprofeno, el antipirético carbamezapina y el betabloqueante atenolol. Aunque las cantidades encontradas no afectaban directamente a la salud humana, sí es preocupante el hecho de ingerir constantemente agua con antibiótico, provocando como consecuencia una resistencia de los microorganismos, de manera que el medicamento no hará efecto cuando realmente se necesite. Otro de los agentes que más preocupan son los estrógenos, capaces de provocar alteraciones en los humanos como han determinado otros estudios anteriores.

Una alternativa que se plantea con frecuencia es el consumo de aguas de bebida envasadas.

PRODUCTOS ENCONTRADOS EN LAS AGUAS ENVASADAS

En el mercado contamos con una amplia gama de marcas de agua embotellada, y cada vez está más de moda y se nos presenta como una medida de salud. En España se consumen más de 5.500 millones de litros de agua embotellada. En Alemania 10.300 millones de litros y en Francia 8.500.

Un estudio llevado a cabo por la Universidad de California analizó 103 marcas diferentes de agua y concluyó que el 33% de ésta estaba contaminada química y bacteriológicamente en cantidad significativa. Además, un 20% presentaba contaminación por sustancias químicas como disolventes y sustancias industriales usadas para la manufacturación del plástico; y alarmó sobre la presencia de arsénico que es considerado cancerígeno, en aguas municipales y embotelladas.

Investigadores del Instituto de Geoquímica Ambiental de la Universidad de Heidelberg (Alemania) también han estudiado el comportamiento de los envases de plástico a largo plazo y han llegado a la conclusión de que los líquidos guardados mucho tiempo a temperatura ambiente incorporan importantes cantidades de antimonio, una sustancia tóxica componente del polietilén tereftalato (PET) y otros plásticos. Cuanto más tiempo se conserve la botella fuera del frigorífico, mayor será la cantidad de antimonio que contendrá el agua. El trabajo ha analizado la migración de antimonio de 48 marcas europeas de agua embotellada en plástico y de 15 canadienses. De modo inmediato, se encontraron niveles de antimonio 100 veces más elevados que los que normalmente se hallan en aguas de manantial, algo normal según los fabricantes y sin riesgos para la salud. Un año antes, un estudio realizado por la Universidad Miguel Hernández de Elche, concluyó que el bisfenol A, otro componente de los envases plásticos, induce resistencia a la insulina en ratones de laboratorio, lo que dispara el riesgo de diabetes.

Respecto a los compuestos farmacológicos, también pueden estar presentes en aguas embotelladas o en aguas que pasan por sistemas caseros de filtración, ya que en ambos casos no se llegan a evitar las exposiciones. Esto es evidente, si tenemos en cuenta que las empresas embotelladoras de agua no tratan o analizan específicamente la presencia de tales sustancias.

Las embotelladoras frecuentemente toman el agua que embotellan de la misma captación que el agua de red de consumo público. Otras veces se trata de aguas más mineralizadas pero que no representan ninguno beneficio concreto para la salud. Hace cinco años se celebró el Año Internacional del Agua Dulce y los estudios realizados no lograron clarificar la aportación adicional de minerales del agua embotellada respecto a la de grifo, ambas contienen minerales.

Esto es debido a que el envasado de agua de grifo y su posterior comercialización y distribución es una actividad permitida y amparada por la legislación vigente, cuya normativa lo autoriza siempre y cuando se cumpla con las especificaciones de calidad y salubridad establecidas y conste en el etiquetado.

Significativo fue el caso dado en 2004, en que una conocida marca de refrescos, que confesó haber utilizado agua de grifo para la elaboración de sus productos, tuvo que retirar grandes cantidades de estos del mercado por presentar altos niveles de bromatos cancerígenos.

Se está llegando a pagar en muchos casos hasta 10.000 veces más por cada litro de agua embotellada que la que se paga por el agua de grifo. Por el mismo precio de una botella de agua embotellada se podría abastecer con 3.000 litros de agua de grifo. Y lo que verdaderamente encarece el producto final según un estudio elaborado por la Universidad de Ginebra es el embotellado, el transporte, la distribución y las campañas de marketing.

Tampoco se suele tener en cuenta el agua que se gasta en fabricar el plástico, y es que cada español desperdicia indirectamente 13.600 litros de un agua que, tras el proceso de fabricación de las botellas, queda prácticamente inservible, es decir, se requieren unos 2.000 litros para fabricar un kilo de plástico. Los envases de plástico a su vez, suponen otro impacto contra el medio ambiente, ya que gran parte de ellos acaban en la basura, sin que llegue a reciclarse más de un 20%, y otra gran parte acaba arrojada en el medio natural pudiendo tardar hasta 1000 años en biodegradarse.

El derroche energético también es otro factor en contra, teniendo en cuenta lo que cuesta la fabricación y la distribución de estas botellas en la población, que en España fue de 330.000 barriles de petróleo que supone el gasto de unos 22.000 coches.

Pero todo este proceso es mucho más complejo para el medio ambiente y puede llegar a causar numerosos daños ecológicos. Las industrias destruyen las fuentes de aguas públicas para abastecerse de sus aguas. Buscan constantemente nuevas fuentes hídricas para abastecerse hasta que llegan a agotarlas y las abandonan. Las multinacionales compran grandes zonas salvajes de naturaleza donde agotan todas las aguas disponibles, dejando incluso a los habitantes y agricultores sin éstas.

CONCLUSIONES

Efectos para la salud humana: Los antibióticos son los compuestos que más preocupan en relación con la salud humana, ya que si ingerimos constantemente agua con antibiótico, aunque sea a niveles muy bajos, podría producirse una resistencia de los microorganismos, de forma que el medicamento puede no tener efecto cuando se tome conscientemente. Otro problema son los estrógenos, como los

encontrados en el río Llobregat, o las hormonas sintéticas, por ejemplo EE2, la sustancia activa de las píldoras anticonceptivas.

Efectos en el ecosistema y la economía: Los fármacos afectan la reproducción de los peces y disminuyen los recursos pesqueros, creándose a partir de aquí un efecto multilateral con el ecosistema y el medio ambiente. Un efecto combinado en una gran mayoría de veces con otros contaminantes de origen industrial. Varios estudios ya han revelado la existencia de peces con signos de intersexualidad, en los que se da coexistencia de tejido testicular y de ovarios.

Efectos en el medio ambiente: Poco a poco se empiezan a conocer las consecuencias medioambientales de los productos químicos y farmacológicos en las aguas. Los antibióticos por ejemplo, pueden afectar a plantas acuáticas y el antiepiléptico carbamazepina supone un riesgo para los crustáceos. Aunque aún mucho por saber e investigar al respecto, y hay muchos medicamentos de los que nadie sabe nada.

Mientras, el problema sigue siendo dejado a un lado por la industria farmacéutica. La legislación no ayuda puesto que no existe ninguna regulación europea sobre las concentraciones de fármacos.

Por tanto quizás ahora la solución ante este círculo vicioso de agua contaminada en que nos encontramos apunte a dos factores: la fabricación de fármacos biodegradables y a los sistemas de purificación de agua.

Pero hasta hoy día, el único país del mundo que se ha preocupado y ha actuado en relación al asunto ha sido Suecia, que desarrolla oficialmente un índice para medir la concentración de medicamentos en las aguas, el índice PTB (persistencia, toxicidad y bioacumulación), que cuenta con una escala de cero a nueve, para que cada medicamento esté marcado en ésta. Así, el médico debe recetar siempre el medicamento necesario con menor PBT.

Quizás ésta no sea la solución al problema de futuro pero es un gran paso hacia delante, mientras que nuevos estudios e investigaciones científicas aportan avanzadas y eficaces soluciones a todos estos cambios ligados a la evolución.

BIBLIOGRAFÍA

- COLLIER, A. C. (2007). *Pharmaceutical Contaminants in Potable Water: Potential Concerns for Pregnant Women and Children*. Ecohealth Journal Consortium.
- FERRIER, C. (2001). *Agua embotellada: Comprender un fenómeno social*. Fondo Mundial para la Naturaleza.

- GRAY, N. F. (1996). *Calidad del agua potable*. Ed. Acribia. Zaragoza.
- MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. *Salud ambiental y laboral. Calidad de las aguas*.
- ODIGIE BULNES, CRISTINA (2004). *El mercado del agua embotellada en Canada*. Oficina Económica y Comercial de España en Toronto.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Guías para la calidad del agua potable*. 3ª ed.2004; OMS, Ginebra. (2006).
- SOLSONA, F. (2000). *Control de la calidad de aguas de bebida: La solución a un grave problema sanitario o la indiferencia de todos*. XXVII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
- URBANO JAUREGUI, LUIS, COORD; PLANAS, ANDRÉS CARLOS, COORD; GAVIÑO NOVILLO, MARCELO; MENDIBURO, NORA (2000). *Agua para el siglo XXI : De la visión a la acción*. Conferencia Ministerial del Segundo Foro Mundial en La Haya, Holanda.
- VERCET TORMO, A. (2001). *Tecnología del agua embotellada*. Ed. Acribia. Zaragoza.