

AGUA

FUENTE DE VIDA

El agua ocupa el centro vital de nuestra existencia y por ende, todo lo que a ella concierne. Sin agua, nada ni nadie sobrevive. Ella es el elemento característico de la Tierra. El planeta en que vivimos puede considerarse como una parte sólida envuelta por capas fluidas: la hidrósfera y la atmósfera. La hidrósfera está formada por todos los cuerpos de agua. Desde el espacio exterior, los astronautas han contemplado la Tierra describiéndola como “un planeta azul”. Esta particularidad sentó, en el pasado, las bases para la evolución biológica y sigue siendo hoy un elemento esencial para la vida. Es el don máspreciado que la Tierra ofrece a la humanidad, junto al suelo, el aire y el sol. Debiera suponerse, por tanto, que el hombre fuera respetuoso con ella en justa reciprocidad, conservando sus reservas naturales y salvaguardando su pureza. Pero la realidad es absolutamente diferente: muchos países han resultado negligentes, hasta el punto de que el devenir de todas las especies vivas sobre la Tierra puede verse comprometido, si no se produce una mejora sensible en la gestión de los recursos hídricos planetarios. ¹⁰⁻¹¹

EL AGUA COMO HÁBITAT

Medio del agua dulce: clases y factores limitativos

Los hábitats de agua dulce pueden considerarse adecuadamente de dos formas:

- a. Hábitat de agua quieta, o lénticos (*lenis*, quieto), como los lagos, estanques, pantanos o charcos.
- b. Hábitat de agua corriente, o lóticos (*lotus*, lavado), como los manantiales, riachuelos (arroyos) o ríos.

El ser humano propende a acelerar los procesos con demasiada frecuencia; así, los lagos tienden a llenarse y los ríos a abrirse paso hacia el nivel de base, con lo que van cambiando como resultado de la acción del agua.

Los hábitats de agua dulce ocupan una porción relativamente pequeña de la superficie de la tierra, en comparación con los hábitats marino y terrestre, pero su importancia para el hombre es, con todo, considerablemente mayor que su área, por las siguientes razones:

1. Son la fuente más apropiada y barata de agua para los usos doméstico e industrial (podemos obtener más agua del mar, pero a un costo bastante mayor en términos de la energía necesaria y de la contaminación salina).
2. Los ecosistemas de agua dulce proporcionan los sistemas de eliminación de desperdicios más cómodos y baratos. Sin embargo, ya que el hombre está abusando de este recurso natural, queda claro que el esfuerzo para reducir esta presión debe producirse rápidamente; de lo contrario, el agua se convertirá en **el factor limitativo para el desarrollo y supervivencia de nuestra especie**.

El agua como factor limitativo

Temperatura: el agua posee propiedades térmicas únicas y sus cambios producen patrones característicos de circulación y estratificación, que tienen gran influencia sobre la vida acuática; las grandes extensiones de agua modifican fuertemente el clima de las áreas terrestres adyacentes.

Transparencia: los materiales en suspensión reducen la zona fotosintética.

Cuando el agua es “densa”, las *corrientes* (especialmente en los ríos), determinan la distribución de gases vitales, de sales y de pequeños organismos.

Concentraciones de gases respiratorios: especialmente referidas a la concentración de oxígeno disuelto y la demanda biológica de oxígeno (D.B.O.), que se están convirtiendo en los factores más frecuentemente medidos e intensamente estudiados.

Concentración de las sales biogénicas: los cuerpos de agua dulce y salada poseen tipos y concentraciones de sales que intervienen en los procesos vitales de los micro y macroorganismos acuáticos y su alteración se convierte, por lo tanto, en un limitante para la vida en ese lugar.

En lo que respecta a la **biota** (flora y fauna) **del agua dulce**, las algas son los productores más importantes. Excepto en lo referente a las algas de los estanques y a las lentejas de agua, la mayoría de las plantas acuáticas superiores son miembros de diversas familias en las que la mayoría de las especies son terrestres. Entre los consumidores animales, otros grupos completan el volumen de la biomasa en la mayor parte de los ecosistemas de agua dulce: los moluscos, los insectos acuáticos, los crustáceos y los peces.

En resumen, los “actores” principales en los ecosistemas de agua dulce son las algas, bacterias y hongos, los espermatofitos (plantas semillas) acuáticos, los crustáceos, los insectos acuáticos, los moluscos y los peces. ¹²⁻¹³

Comparación general de los hábitats lóticos (agua corriente) y léntico (agua quieta)

La comparación de un río con un estanque constituye un estudio ecológico que pone de manifiesto principios importantes.

Mientras muchos estanques y lagos han sido bien estudiados como unidades ecosistémicas, se ha dado, en cambio, muy poco tratamiento de esta clase a los ríos.

En términos generales, las diferencias entre ambos giran alrededor de tres aspectos:

1. La **corriente**, que es un factor mucho más dominante y limitativo en los ríos. Hace que exista una gran diferencia entre las vidas del río y las del estanque y rige las diferencias en las diversas partes del río que se estudia. Resulta, entonces, un factor digno de considerarse y medirse.
2. El **intercambio agua-tierra** es relativamente más intenso en los ríos, que se traduce en un ecosistema más “abierto”, y en un tipo de comunidad “heterotrófico”. La superficie de unión entre el agua y la tierra es relativamente grande en los ríos en proporción al volumen de su hábitat. Esto significa que los ríos están más íntimamente asociados a la tierra circundante de lo que ocurre en la mayoría de las extensiones quietas de agua. Así, los ríos forman un ecosistema abierto, que está imbricado con sistemas terrestres y lénticos. Esta es la razón de que la medición de la productividad deba comprender los sistemas de tierra y de agua estancada adyacentes.
3. La **tensión del oxígeno** es generalmente más uniforme en los ríos, y hay poca o ninguna estratificación térmica o química en éstos. A causa de la poca profundidad, de la gran superficie expuesta y del movimiento constante, los ríos suelen contener una reserva de oxígeno abundante, inclusive cuando no hay en ellos plantas verdes. Por esta razón, los animales de río suelen tener una tolerancia menor y son especialmente sensibles a la escasez de oxígeno. Por consiguiente, las comunidades de los ríos son especialmente sensibles a cualquier polución orgánica susceptible de reducir la reserva de oxígeno. Según el público se está percatando ahora, los ríos son las primeras víctimas de la urbanización, y restablecer su calidad requerirá **una dedicación de dinero y de esfuerzo humano que no se ve despuntar todavía en parte alguna.** ¹²⁻¹³



EL AGUA COMO RECURSO

¿Hay suficiente agua para todos?

El agua en todas sus formas, se encuentra distribuida de la siguiente manera:

Océanos y mares	97,21%
Hielos y glaciares	2,15%
Aguas subterráneas	0,62%
Lagos y ríos	0,017%
Atmósfera	0,001%
Seres vivos	0,0001%

En primer lugar, debemos reconocer que la cantidad de agua existente en el planeta es **siempre la misma**; es decir, que está en la atmósfera, en nuestra transpiración, orina y aliento, en nuestros alimentos y en todos los organismos vivos, recirculando (reciclándose) continuamente. La manera en que la Tierra buscó su equilibrio, probando una y otra vez hasta que adoptó el sistema de los ciclos naturales, nos lleva al segundo axioma: la cantidad de agua de buena calidad que puede utilizar nuestra sociedad es **limitada**, y está conformada por la superficial (lagos, arroyos y ríos), la subterránea y la congelada en hielos y glaciares. A las particularidades de ser siempre la misma y de ser limitada, debemos añadir las **cargas contaminantes** a las que la sometemos, que son difíciles de eliminar a corto plazo y que van convirtiendo a este recurso, antaño descrito como inagotable y renovable, en un elemento cada vez más escaso. Y para completar el panorama, ese escaso porcentaje es cada vez más disputado por una población en constante crecimiento. Cabe aclarar aquí que algunos países árabes, particularmente los petroleros, extraen agua dulce de los océanos, pero a un costo exorbitante y con una tecnología al alcance de unos pocos privilegiados.¹¹

También desde hace años y debido a ese constante incremento poblacional de la Tierra y de las actividades humanas, hemos creado el término **contaminación**, la que se produce cuando los microorganismos normales existentes en los recursos hídricos (encargados del proceso de autopurificación natural), se ven superados en su capacidad natural para degradar los desechos.

El Instituto de Recursos Mundiales (WRI – World Resources Institute) estima que anualmente retornan al mar, desde los continentes, 41.000 kilómetros cúbicos de agua, para equilibrar así el transporte de vapor atmosférico del mar hacia la tierra. La mayor parte vuelve al mar como agua superficial de escurrimiento; otra parte queda en el suelo retenida por la cobertura vegetal mientras que el resto está directamente disponible para la explotación humana, en principio suficiente para abastecer a 20.000 millones de personas.

El agua no siempre está donde la necesitamos

La irregular distribución del agua aprovechable y la población que usufructúa de ella, provocan que la disponibilidad local de la misma varíe de modo notable. Es importante resaltar, por ejemplo, que siete (7) de cada diez (10) personas en el mundo no tienen posibilidad de acceder a una fuente de agua “segura”, con los graves peligros sanitarios que ello implica. Ese 70% de la población global debe arreglárselas, según el WRI, con una provisión diaria de agua de unos 50 (cincuenta) litros; cabe recordar que estamos hablando de unos cuatro mil millones (4.000.000.000) de personas.

En nuestro país, árido en un 75% de su territorio, el acceso o no a fuentes abundantes y de buena calidad de agua, determina contrastes extremos: en jornadas estivales con altas temperaturas, un santafesino de un barrio céntrico derrocha hasta quinientos (500) litros diarios por persona al tiempo que hay lugares de la sierra cordobesa donde la disponibilidad por día y por persona no supera los veinte (20) litros. Aquellos usos que no implican un consumo explícito de agua, denominados “no consuntivos”, son los que más preocupan a los expertos: lavar el auto, baldear la vereda o el patio, llenar una pileta, son todas



actividades voraces del recurso. En la Argentina, el consumo anual es de - aproximadamente - mil cincuenta y nueve (1.059) metros cúbicos por persona, dicha cantidad se reparte entre el uso doméstico (9%), industrial (18%) y agrícola (73%); en contrapartida, un brasileño consume doscientos doce (212) metros cúbicos, repartidos en un 43%, 17% y 40%, en idénticos rubros que el ejemplo anterior. Las diferencias están dadas por la disponibilidad, pautas culturales, eficiencia en los procesos de producción, concentración demográfica y otros factores.¹⁻⁴

Los síntomas de la escasez hídrica son cada vez más evidentes. Por nuestros días, veintiséis (26) países no poseen fuente de suministro renovable de agua en su propio territorio, suficiente para subvenir a las necesidades de una sociedad de mediano desarrollo con su población actual, y la población aumenta con mayor rapidez en los países con mayor penuria de agua.¹⁵

Es de destacar que (en lo que al agua se refiere), los balances entre evaporación y precipitación realizados país por país dividen el mundo entre países ricos y pobres. Así, Islandia tiene un exceso de precipitación, que suministra 68.500 metros cúbicos de agua por persona y año. Como contracara, los habitantes de Bahrein, no tienen acceso al agua dulce natural y dependen de la plantas desalinizadoras del agua de mar. En cuanto a las tasas de consumo por persona difieren también de un país a otro: el estadounidense medio consume más de 70 veces la cantidad de agua al año que el de Ghana.¹⁰

Aunque los usos a que se destina el agua cambian en función del país, la agricultura es la actividad de mayor consumo. En promedio global, según el informe del Instituto de Recursos Mundiales 1992, el 69% del agua extraída de la tierra se destina a ese propósito.

¿Cuántos litros de agua necesitamos para producir...?

1 kilo de pan	544
1 pijama de algodón	3.600
1 litro de leche	892
½ kilo de tomates	500
½ kilo de naranjas	188
1 kilo de papas	184

18

Lo que no podemos ignorar es que el agua escasea cada vez más, mientras crecen la población, la industria y la agricultura. A medida que la demanda sobrepasa el suministro, se van produciendo déficits importantes. El agotamiento de las aguas subterráneas constituye un fenómeno común en la India, China y los EE.UU. En la CEI (ex-URSS), el nivel del lago Baikal está bajando drásticamente debido al desarrollo agrícola e industrial de las zonas circundantes. La beligerancia por el agua de los ríos internacionales (pensemos en el Nilo, el Jordán, el Ganges y el Brahmaputra) refleja los conflictos generados por la posesión del recurso.

Otro problema lo constituye la salinización del suelo por sobreirrigación, pues cuando el agua se evapora o es absorbida por las plantas, la sal se queda en el mismo, lo que ocurre si la tasa de deposición o velocidad de decantación supera la velocidad del arrastre de la sal por el curso de agua.¹⁰

Por otro lado, no sólo el suelo se saliniza: los reservorios de agua dulce apta para consumo humano tienen un número de sustancias salinas cuyos niveles no deben exceder los límites fijados por normas internacionales. En la ciudad de Mar del Plata, abastecida por perforaciones subterráneas, se han detectado altos niveles de sales marinas en el agua cruda de abastecimiento, explicándose dicha presencia por el sobreconsumo de agua potable debido a la concentración demográfica normal y estival, que obliga a usar el recurso más allá de las posibilidades de la recuperación de los acuíferos, lo que deprime las napas y permite el ingreso del agua salina del mar; ello implica el agotamiento de un recurso natural y un proceso de potabilización cada vez más costoso con consecuencias económicas sobre la población a corto y largo plazo.¹⁹

La actividad humana desarrollada en la cuenca de un río agrava a menudo los riesgos de inundación, pues la deforestación y la tala excesiva, aparte de erosionar el suelo, aumentan el escurrimiento superficial. Los canales de navegación fluvial se dragan (de vez en cuando), exacerbando los desastres de la inundación al aumentar el volumen de agua que alcanza la llanura anegada.¹⁰

Al parecer, en nuestro país, la excepcionalidad de las últimas inundaciones se debería, entre otras cosas, a un incremento de los niveles pluviométricos en la alta cuenca del Paraná asociado a una deforestación de la selva tropical brasileña y al aumento de áreas de cultivos cuyos suelos están imposibilitados de absorber adecuadamente el agua al desaparecer la cobertura vegetal y modificarse su estructura y composición; se produce así un mayor arrastre de sedimentos que decantan, tarde o temprano, a lo largo del curso del río; ello provoca la colmatación del lecho fluvial, por lo que a igual o mayor caudal y a menor sección de paso, se anegan áreas vecinas multiplicándose los efectos devastadores sobre las actividades humanas.

Los expertos ponen como prueba de ello el enorme avance registrado por las nuevas islas en el Delta del Paraná, el cual está formado por el material arrastrado y sedimentado a lo largo de muchos años, en un lugar donde disminuye la velocidad por la escasa pendiente.

Además, cualquier actividad antrópica que acentúe el efecto invernadero y el consiguiente cambio climático (sugerimos ver Ficha Temática: *AIRE*), repercutirá en el ciclo global del agua, pues una mínima elevación del nivel del mar para el próximo siglo, no sólo plantearía un problema de inundación costera, sino que provocaría también la salinización de los recursos hídricos costeros; crearía nuevas zonas húmedas, a la vez que destruiría otras existentes, e incrementaría la proporción de agua salada con respecto al agua dulce del planeta. La precipitación global podría elevarse del 7% al 15% y las variaciones climáticas regionales escaparían a cualquier pronóstico.

Cuando se llega al límite

La relativa abundancia de este elemento vital está en estrecha relación con el **ciclo del agua o ciclo hidrológico** en el cual los eslabones están determinados por los intercambios que ella establece con el aire, el suelo y los organismos vivos. Este masivo sistema natural de reciclaje de provisiones de agua dulce constituye un problema relevante para el ser humano.

En efecto, el aumento demográfico ha originado una demanda cada vez mayor con fines consuntivos y no consuntivos. En el primer caso, el agua retorna al sistema a través de los mecanismos biológicos de transpiración o eliminación. Preocupa muchísimo, en cambio, la utilización del agua para fines no consuntivos: limpieza, higiene, refrigeración, diluciones y procesos industriales en general. En teoría, el agua utilizada con estos fines debiera volver al ciclo hidrológico sin alteraciones. Sin embargo, en la práctica, lo hace con distintos niveles de contaminación.¹¹

La contaminación es, como dijimos, una concentración excesiva de determinada/s sustancia/s en algún sitio, que supera la capacidad natural de depuración (dilución o formación de compuestos estables o inocuos) y provoca efectos negativos en el ecosistema. También es, básicamente, un problema de exceso de cantidad y rapidez de absorción: el agua de los ecosistemas naturales recibe siempre ciertas cantidades de sustancias extrañas, las cuales se diluyen o se filtran a través de los procesos naturales; sin embargo, cuando la entrada resulta demasiado grande, los procesos naturales resultan incapaces de controlarla.

El agua plantea dos problemas a los países: asegurar el suministro adecuado de agua potable y el control de su calidad en estado natural. En su paso a través del ciclo hidrológico, el agua se contamina, en general, con:

- a. residuos orgánicos tradicionales: excrementos humanos y animales, y restos de fibra de la agricultura (las partes desechadas - a menudo más de la mitad - de las plantas cultivadas);
- b. residuos industriales: desperdicios líquidos y sólidos, orgánicos e inorgánicos, generados por una amplia gama de procesos industriales, cuya cantidad excede o no la capacidad de autodepuración

de los cuerpos de agua. A ellos debemos agregarle los productos industriales transformados, los que tarde o temprano se descartan y, en su degradación, liberan sustancias tóxicas al medio.¹⁰

A pesar de ser completamente biodegradables, los residuos orgánicos constituyen un contratiempo importante que puede adquirir grandes proporciones. La excesiva biodegradación produce la disminución del oxígeno disuelto (OD) de lagos y ríos. Los excrementos humanos contienen algunos de los contaminantes más perniciosos conocidos, entre ellos microorganismos patógenos transportados por el agua.

Es normal que en las aguas naturales haya microorganismos, muchos de los cuales resultan inocuos. También sabemos que algunos son beneficiosos para contrarrestar la contaminación, como ciertas bacterias y hongos que evitan la acumulación de sustancias biodegradables y aseguran el ciclo de los materiales en las aguas; en suma, son los responsables del proceso de autodepuración de los cuerpos de agua. Pero también están los otros, los perjudiciales, que matan aproximadamente a 10 millones de personas por año en todo el mundo, en especial a aquellas que no pueden acceder a un agua de buena calidad.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) han analizado y clasificado las enfermedades relacionadas al vital elemento, que suelen deberse principalmente a:

- falta de servicios y/o carencia de agua potable
- higiene personal deficiente
- falta de una adecuada eliminación de residuos
- presencia de animales acuáticos y/o de insectos que se reproducen en el agua o pican en sus inmediaciones

Enumeradas en general (entre otras) son: fiebre tifoidea, cólera, hepatitis, sarna, tifus, conjuntivitis, tracoma, esquistosomiasis, uncinariasis o anquilostomiasis, teniasis, ascariasis; podrían evitarse con una estricta higiene personal, mantener baños y letrinas limpios, usar calzado e ingerir alimentos bien cocidos.

En nuestra provincia, se han mejorado los índices mediante una intensiva acción de atención primaria de la salud, aunque algunos departamentos y los barrios periféricos de Santa Fe y Rosario se mantienen en valores similares a los de años anteriores. Un informe de las Naciones Unidas reporta que, mundialmente, unos 40.000 niños menores de cinco años mueren todos los días víctimas de distintas formas de diarrea y otros efectos colaterales de un inadecuado aprovisionamiento de agua. Se trata de una crisis tremenda, que mata en dos meses a la misma cantidad de criaturas que la pandemia mundial de SIDA desde 1981, cuando se la detectó (2.5 millones); se combinan víctimas de todas las edades.¹⁻⁷

Recordemos también cuando en octubre de 1992, el director de la Academia Rusa de Ciencias Médicas impactó con sus declaraciones al expresar que *“ya nos hemos impuesto a nosotros mismos una condena de 25 años. La próxima generación llega a la edad adulta en un mal estado de salud. La economía soviética se desarrolló a costa de la salud de la población”*. Los datos hechos públicos por la Academia mostraban que el 11% de los niños rusos padecen defectos de nacimiento, debido a que la mitad del agua potable y una décima parte de los alimentos se encuentran contaminados, por lo que el 55% de los niños en edad escolar tienen problemas de salud.³

Los residuos industriales acarrean metales pesados y productos químicos sintéticos como pesticidas, hidrocarburos y pinturas, caracterizados por su toxicidad y persistencia; son difíciles de degradar tanto en condiciones naturales como en las plantas de tratamiento de aguas residuales. Algunos materiales industriales (cemento, papel, vidrio, hierro y ciertos plásticos) son bastante inocuos debido a su naturaleza inerte o, al menos, no tóxica; si bien estos últimos productos no provocan inconvenientes palpables, su sola presencia constituye un factor de contaminación física.

Bioacumulación

Los compuestos biorresistentes, si no sufren algún tipo de degradación físico-química, se acumulan intactos en el ambiente (sedimentos, agua, suelo) o en los seres vivos. En el último caso se puede dar, además, un fenómeno de **concentración o magnificación de la sustancia tóxica a lo largo de la cadena alimentaria (o trófica)** de manera tal que en los últimos eslabones se puede llegar a dosis nocivas y hasta letales: este proceso se denomina **acumulación biológica o bioacumulación** y presenta el riesgo de ser muy difícil de descubrir, además de que sus efectos se sienten a largo plazo, según el tipo de contaminante.

Si bien se han efectuado estudios de bioacumulación con diversas sustancias tales como pesticidas, metales pesados y radiación, posiblemente el caso más resonante sea el ocurrido en 1956 en la bahía japonesa de Minamata. Allí, una compañía vertía metil-mercurio en las aguas como desecho de su actividad industrial. Los pobladores de esa pequeña ciudad costera comenzaron a experimentar síntomas de una extraña enfermedad que alteraba comportamientos, limitaba las reacciones musculares y, de a poco, los postraba en un estado que los llevaba al coma profundo y a la muerte por parálisis extrema. Los investigadores descubrieron que parte del mercurio derramado en las aguas se había acumulado, primero en el fito y zooplancton, luego en los moluscos, crustáceos y peces. Estos peces (que no presentaban síntomas) al ser ingeridos por la población local, fueron los causantes de la intoxicación. Los enormes intereses económicos que existían en torno a la fábrica contaminante, que empleaba al 30% de los habitantes de Minamata, postergaron por trece (13) años el reconocimiento de dicha enfermedad por parte del Ministerio de Bienestar y Salud japonés, cuando muchas personas ya habían muerto y otras sufrirían importantes deterioros físicos por el resto de sus vidas.⁷

Los residuos llegan a los cuerpos de agua en:

- vertidos procedentes de fuentes definidas (desagües pluviales, cloacales e industriales)
- a través de fuentes difusas (pesticidas y fertilizantes contenidos en el agua superficial de escurrimiento).

Entre las últimas debemos incluir la lixiviación del agua de basurales, los pozos “negros” o absorbentes y la inyección clandestina de contaminantes a las napas subterráneas, los que van a parar, tarde o temprano, al lago, al río o al agua de bebida de nuestros vecinos. Por ello, resultan preocupantes los vertederos de residuos químicos tóxicos que se sitúan en tierra firme, cuyos contenedores son verdaderas bombas de tiempo que explotarán (algunos ya lo han hecho) cuando se oxiden y se corroan del todo.

Conocido es el caso del Love Canal, en EE.UU., un lugar donde se habían depositado residuos tóxicos durante años y sobre el cual se edificaron viviendas; al tiempo, mil familias que vivían alrededor del canal experimentaron graves problemas de salud, a raíz de que ciertas sustancias químicas, enterradas allí se filtraron a través del suelo. Por otro lado (y aunque parezca lejano para nuestra realidad santafesina), usar el mar como basurero traerá consecuencias a corto plazo. Ya a principios de los ‘80s, Jacques Cousteau observó que los barriles con residuos químicos y nucleares arrojados una década atrás “bostezaban como ostras”, mientras derramaban su letal contenido.²⁰

Un caso regional lo constituyen las reiteradas mortandades de la ictiofauna en el río Salado, debidas a la contaminación crónica de origen urbano, industrial y rural de este curso de agua. En enero de 1995, se produjo una verdadera catástrofe si consideramos las decenas de toneladas de peces muertos; algunas posturas incluso se contraponen al tratar de identificar definitivamente la causa de la misma. Mientras una sostiene que “sin lugar a dudas un pesticida fosforado causó los síntomas clínicos, etológicos, histopatológicos y químicos de los peces afectados”, la otra afirma que fue causada por “una marcada disminución estival del caudal junto con una excesiva carga contaminante de origen industrial”.¹³⁻¹⁴

Algunos contaminantes entran en el ciclo del agua por vía atmosférica, como los ácidos que se forman a raíz de la emisión de óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre procedentes de la combustión del carbón y de derivados del petróleo, usados para los procesos industriales, los vehículos a motor, la producción de energía eléctrica en centrales térmicas y la calefacción de edificios y viviendas.

La deposición de ácidos puede ser

seca, cuando los gases establecen contacto directo con el suelo o la vegetación y

húmeda, cuando la lluvia precipita el ácido. Esta última constituye la principal causa de la acidificación de los lagos de baja alcalinidad en todo el mundo desarrollado. ¹⁰

También en las áreas ganaderas el amoníaco desprendido del estiércol se libera, en parte, a la atmósfera y, en parte, se convierte en nitratos solubles debido a los microorganismos del suelo. Los nitratos son solubles en agua y no se ligan a las partículas del suelo, por lo que se han erigido en uno de los principales contaminantes del agua subterránea, que alcanzan a menudo concentraciones que exceden los límites recomendados por la OMS. Por ejemplo, el agua subterránea francesa no puede consumirse por el excesivo tenor de nitratos provenientes del uso abusivo de fertilizantes químicos para la agricultura.

La acumulación de metales pesados, nutrientes sintéticos y otros productos químicos tóxicos en el lodo del fondo de los ríos y lagos altamente contaminados, constituyen la última manera detectada de deteriorar un curso de agua. A causa de su alto contenido contaminante, los sedimentos dragados no sirven para proyectos de rellenamiento de tierras en áreas urbanas o agrícolas. Además, existe siempre el riesgo de que los procesos naturales o la actividad antrópica puedan desencadenar reacciones químicas que movilicen los contaminantes, faciliten su solubilidad y abran el camino para una amplia dispersión.

Al comenzarse las tareas de limpieza en el Riachuelo de Buenos Aires (probablemente uno de los cursos de agua más contaminados de nuestro país), el primer inconveniente fue la disposición final de los lodos del lecho: la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) propuso que los mismos sirvieran de materia prima para fabricar ladrillos destinados a viviendas de carenciados, mientras que una consultora internacional propuso que se destinaran al repositorio de productos químicos peligrosos del CEAMSE; en ambos casos, la oposición tan drástica de criterios deja un amplio margen de dudas respecto al destino final de los residuos.

El estado de los recursos hídricos para usos concretos de consumo es más que preocupante para la Argentina. En el diagnóstico efectuado por la Secretaría de Recursos Hídricos en el año 1988, figura que las causas de este deterioro se deben a:

- “desagües industriales no tratados o con deficiente purificación que contienen sustancias orgánicas, inorgánicas y/o biológicas contaminantes;
- desagües cloacales;
- desagües pluviales con arrastre de sustancias residuales;
- infiltraciones de pozos negros en las zonas carentes de servicios sanitarios;
- efluentes con arrastre de residuales de pesticidas y fertilizantes;
- derrames de petróleo y derivados;
- descarga de camiones atmosféricos;
- barros industriales;
- sobreelevación térmica;
- líquidos percolados a través de mantos de basura;
- salinización de acuíferos subterráneos, entre otros.”

En el mismo informe se destacan también los efectos más visibles del deterioro de la calidad de los recursos, a saber:

- “disminución y/o desaparición de la vida acuática;
- aparición o incremento de enfermedades hídricas;
- desmejoramiento de las condiciones para el desarrollo de distintas actividades recreativas;
- ruptura del equilibrio ecológico;
- detrimento en el valor del patrimonio territorial y habitacional;
- mayores costos para la potabilización del agua, etc.”

Numerosos son los ejemplos de aguas superficiales, en especial en la región pampeana, que “cumplen” con esos requisitos: Riachuelo, Reconquista-Matanza, Maldonado, Salado, Los Amores, Las Prusianas, incluyendo los dos cursos de agua más importantes: el Río de la Plata y el Paraná.

Debido al vertiginoso crecimiento de la población urbana en desmedro de la población rural, la cobertura de agua potable y de desagües cloacales es totalmente insuficiente. En el año 1987, de una población total censada en un poco más de 27 millones de personas, sólo el 66% tenía cobertura de agua potable. En cambio, sólo el 37% de esa misma población poseía servicio de desagües cloacales. En la provincia de Santa Fe, según datos de 1988, el 63% de los habitantes estaba abastecido con redes de agua potable pero sólo el 32% contaba con servicios de desagües cloacales.

Aunque en los últimos años se está intentando revertir la situación, el panorama resulta preocupante pues necesita de recursos económicos y tiempo para su total modificación, ya que aparte de la provisión a nuevos usuarios, debe invertirse en ampliaciones de las plantas de potabilización, instalación de plantas de tratamiento de efluentes cloacales y en la renovación de las redes actuales que datan, en algunos casos, de principios de siglo.

Las cuentas completas

En 1975, el ambientalista José Lutzenberger acuñó la expresión “cuentas completas” para referirse a una visión holística de la sociedad humana, sus actividades productivas y las relaciones con el ambiente. Bajo esta nueva perspectiva filosófica, intentó superar el análisis económico de los recursos de un país, traducido en el PBI, y ponderar los “servicios” gratuitos que presta la naturaleza. Cuando propuso considerar el proceso completo de producción de un alimento, con envase incluido, en los que gastamos siete (7) veces más calorías por cada una que llega a la mesa del consumidor; o abarcar el ciclo integral del aluminio, desde su extracción como mineral hasta el momento en que es arrojado a la basura, y le incorporó aspectos laborales, sanitarios, económicos, energéticos y ambientales, revolucionó los criterios existentes hasta el momento.⁹

Desde distintos ámbitos de la ciencia, investigadores como Schumacher, Henderson y Sejenovich aportaron a dicha propuesta, en procura de establecer parámetros reales de definición sobre la calidad de vida, donde se incluyera la valoración adecuada de los recursos naturales, los costos ambientales, los procesos industriales, el tratamiento de efluentes y las necesidades del hombre. Un primer paso en ese sentido, lo constituye la adopción del Índice de Desarrollo Humano (IDH) por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en donde se amplía la evaluación econométrica a otros aspectos, de lo que resulta que el país más avanzado económicamente, posiblemente no sea el que permita desarrollar mejor todas las potencialidades de un individuo o de una comunidad.

En el continente, la calidad de las aguas depende de los desechos generados y de las medidas de descontaminación tomadas, variando de un país a otro, la eficacia de la lucha por la calidad de agua.

La mayoría de los ríos del mundo industrializado también sufren la contaminación de residuos tradicionales e industriales. Pero a principios de la década pasada, se observó una ligera estabilización de los niveles de contaminación. Los grandes avances en el tratamiento de los efluentes o residuos tradicionales, en especial los orgánicos, han tenido que ver con la puesta a punto de tecnologías ya conocidas, como:

- la sedimentación y la degradación microbiana aeróbica (lagunas facultativas) y
- anaeróbica (biodigestores); que no son otra cosa que formas intensificadas y confinadas de autopurificación natural.

Los métodos para degradar o neutralizar contaminantes inorgánicos (metales y productos químicos tóxicos), aunque se están refinando, no se han revelado tan prometedores.

En muchos de los países que están entrando al mundo industrializado, la contaminación orgánica y fabril de los cursos de agua va en aumento. Mientras el PBI, el ingreso per cápita y la población se elevan

rápida, se descuida la contaminación. Estos países han concedido prioridad a la industrialización para la exportación, sobre la reducción de la contaminación: su consecuencia inmediata es la degradación de los recursos hídricos.¹⁰

Y en este aspecto, nuestra provincia no escapa a las generales de la ley: la inversión económica y la productividad de los últimos años han aumentado, al igual que la cantidad, calidad y diversidad de efluentes, tal como sucede en los arroyos - prácticamente desagües industriales - Las Prusianas, La Paloma (desembocan ambos en el río Salado) y Los Amores, y, sobre el río Paraná, en Rosario, Capitán Bermúdez, Puerto General San Martín y Villa Constitución. Detrás de todo esto debemos buscar la necesidad imperiosa de las multinacionales con sede en los países centrales, de trasladar sus fábricas contaminantes a lugares con una legislación “permisiva” o con un mínimo control.

En aquellos países donde no se han dado las pautas del crecimiento industrializado, la contaminación del agua por residuos orgánicos constituye un fenómeno generalizado. Por culpa de ello, millones de personas mueren cada año a causa de enfermedades asociadas con el agua, que podrían evitarse con medidas sanitarias adecuadas a las que ya nos hemos referido.

Las Naciones Unidas declararon el decenio de los ochenta como la “Década Internacional para el Abastecimiento de Agua Potable y el Saneamiento”, con objetivos como limitar la contaminación de las aguas y mejorar las redes sanitarias, la provisión de agua potable y los sistemas de riego en los países en desarrollo. Aunque se instituyó un programa para suministrar agua potable sin riesgos y una instalación sanitaria apropiada para todos antes de 1990, los resultados no fueron los previstos y muchas personas aún carecen de un agua potable segura.

La muerte de los lagos: acidificación y eutrofización

La calidad natural de las aguas en los lagos también se ve sometida actualmente a procesos de acidificación y/o de eutrofización, que lentamente hacen sucumbir su potencial biótico y la correspondiente imposibilidad de acceso al recurso por parte de las poblaciones humanas.

La **eutrofización** (o eutroficación) consiste en el crecimiento desmesurado de algas por excesiva fertilización, que provoca la reducción del oxígeno en el agua.

Por su parte, el fenómeno de **acidificación** es desatado por las lluvias con compuestos de azufre y nitrógeno, y aunque algunos autores aseguren que este tipo de fenómeno no es “nuestro”, la problemática de las lluvias ácidas no está tan lejana; si bien sus consecuencias no llegan a las sufridas por los países industrializados, son numerosas las quejas de los pobladores que viven cerca de refinerías o industrias que liberan esos compuestos a la atmósfera, siendo destacados los casos de los polos petroquímicos de Bahía Blanca (Buenos Aires) y San Lorenzo (Santa Fe).

En Chile existen casos concretos de contaminación del medio, incluso la destrucción de cultivos y el deterioro orgánico de personas y animales. Algunos especialistas sostienen la postura de que nuestros suelos, al ser de naturaleza calcárea, neutralizan el accionar de los ácidos, además de que nuestro petróleo contiene menos azufre; otros ponen como ejemplo algunos casos de contaminaciones focalizadas que han dañado ropas, alambrados y techos de viviendas. En ambos casos, aún no está dicha la última palabra.

Con respecto a la eutrofización, los ejemplos abundan: el lago del Parque “General Belgrano” o Parque del Sur en la capital santafesina y el Lago Lácar en Mendoza se convertirán en charcas putrefactas por las entradas cuantiosas de nutrientes y fosfatos en particular, los que favorecen la proliferación desmesurada de algas: éstas al morir se degradan y consumen la mayor parte del oxígeno disuelto en el agua. La recuperación de estos cuerpos de agua necesitará de varios años y de cuantiosas inversiones monetarias.

Bajo nuestros pies

La contaminación de las aguas subterráneas no resulta potencialmente reversible como la de los ríos y lagos. En efecto, al no encontrarse en contacto directo con la radiación solar y el oxígeno de la atmósfera, el proceso de autodepuración se ve impedido, ya que los microorganismos que normalmente la degradan, no logran realizar su labor con eficacia. Por otro lado, es todavía muy poco lo que se conoce sobre la calidad de los reservorios subterráneos de la Tierra, excepción hecha de los acuíferos sometidos ya a intensa explotación.

La prevención de la contaminación de las aguas subterráneas constituye entonces el único método racional y lógico para abordar el problema dado el previsible aumento de nuestra dependencia (la de todos los seres vivos) de esas reservas.

En Argentina, el acuífero Puelches en la Capital Federal y Gran Buenos Aires, presenta indicios preocupantes de contaminación orgánica e industrial; además, resulta paradójico que, en Buenos Aires, se extraiga agua para potabilizar del Río de la Plata cuando las tomas están río abajo de la descarga cloacal de la ciudad.

Muchos contaminantes orgánicos acceden a las aguas subterráneas por vías diversas, como lixiviación de vertederos de basuras, escapes de redes de desagües cloacales (alcantarillado) y tanques de combustible, y agua de escurrimiento procedente de zonas agrícolas o de las superficies pavimentadas de las áreas urbanas y suburbanas, cada día más abundantes. La presencia de organismos patógenos provenientes de las filtraciones de pozos negros en las napas de agua subterráneas utilizadas para consumo, convierte al agua en un arma peligrosa y determinan una imprescindible concientización de esas poblaciones de riesgo.

Por otro lado, una importante fuente de “contaminación” natural se tiene con las concentraciones de determinadas sales que se convierten en tóxicas para el ser humano; el centro-oeste de nuestra provincia se encuentra afectado por el arsénico, mientras que la zona central tiene flúor en exceso, además de productos químicos de origen industrial. En todos los casos, el acceso al agua potable se convierte en una limitante o en un problema a largo plazo que compromete el futuro de poblaciones enteras.

En el mar ya no quedan sirenas...ni agua limpia

La gran extensión de los océanos (“zonas internacionales” del mundo, explotadas por muchos países), provoca que nadie asuma responsabilidad por ellos. Si bien más de la mitad de la población mundial vive en y de las zonas costeras marítimas, la sobreexplotación de los recursos, la constante fertilización por deficientes prácticas agrícolas en las cuencas y el aporte de contaminantes, sólo parece interesarles a unos pocos.

En los océanos y mares:

- se generan los mayores volúmenes de oxígeno,
- se producen intercambios vitales esenciales, que constituyen un ambiente de enorme productividad biológica productora de alrededor del 10% de la pesca mundial total,
- de los manglares tropicales se obtienen especies piscícolas de valor económico,
- se extrae sal de distintas calidades,
- hay suministro de leña y madera para la construcción, y además
- son áreas que mantienen una industria turística que proporciona dividendos para la población local.

La difusión de todo lo anterior probablemente sea la tarea más complicada, dados los intereses que se mueven en torno a cada actividad.

Los caudales de los ríos, el agua de escurrimiento superficial difusa, el transporte atmosférico, el vertido o la incineración de residuos en el mar, la minería en la plataforma continental y los accidentes en el transporte marítimo son las principales vías por las que los 20.000 millones de toneladas de materiales disueltos y en suspensión llegan al océano; pero comienzan ejerciendo su efecto en la zona costera.

Las **actividades petroleras** están sindicadas como una de las causas más graves de contaminación del agua de los océanos: a las ya mencionadas, debemos añadir la limpieza de los buques-tanque, realizada en alta mar, vertiendo restos de hidrocarburos y detergentes. Más de un (1) gramo de petróleo por cada cien (100) m² de superficie, contaminan anualmente nuestros océanos; si bien una parte se evapora y otra se degrada, ambos procesos se realizan lentamente por lo que la actividad del hidrocarburo se extiende por lapsos prolongados y resulta mortal para la biodiversidad del lugar. Otras sustancias químicas persistentes, entre ellos los bifenilos policlorados (BPC) y el DDT, se encuentran ya extendidos por todos los ecosistemas marinos del planeta, en parte debido a la bioacumulación. La crónica periodística ha dado cuenta del hallazgo de cangrejos envenenados con el mortal cadmio y peces infectados con mercurio de metilo, cloruro

cianúrico, estroncio 90 y otros venenos de fabricación antrópica. La prohibición del uso de estos productos por parte de los países industrializados, ha reducido la concentración de los mismos en las especies marinas de las aguas costeras de EE.UU. y Europa, aunque persistirán en el ambiente durante mucho tiempo, más aún cuando esas sustancias siguen utilizándose en los países periféricos.

Otro vehículo de transporte de desperdicios y contaminantes en general, lo constituyen las **corrientes oceánicas**: las botellas de plástico no degradables y los envases estropean las playas y acaban flotando en el océano y provocan la muerte de miles de aves, peces y mamíferos marinos, al confundirlos con comida o al enredarse con ellos. Más graves son los procesos químicos y biológicos por medio de los cuales muchas sustancias tóxicas, como los residuos radiactivos, se distribuyen y acumulan; son procesos no muy conocidos todavía y con los que se continúa experimentando, pese a su peligrosidad. La sobrecarga de aguas residuales procedentes de áreas urbanas costeras, como sucede en Mar del Plata, inducen a la eutrofización de las aguas litorales, hasta el extremo de alterar la composición de las poblaciones de plancton. También hemos asistido al cierre de muchos kilómetros de playa y a la prohibición de recolectar moluscos marinos (que concentran las bacterias en sus tejidos), debido a la presencia de organismos patógenos en las aguas residuales.

Por el simple hecho de existir y de relacionarnos con el ambiente para satisfacer nuestras necesidades, los seres humanos generamos contaminación. La intensa actividad antrópica, manejada en forma depredatoria, es indudablemente responsable del daño generalizado infligido contra los ecosistemas marinos. Estudios realizados en los últimos años sólo están esperando ser desempolvados para ponerse en práctica, pero los vericuetos legales, la diversidad de entes gubernamentales encargados del tema, el desconocimiento por parte del público, los intereses foráneos y las medidas económicas cortoplacistas limitan su aplicación.¹⁰⁻¹⁷⁻¹⁸⁻²²

GESTIÓN: MÁS VALE PREVENIR QUE LAMENTAR

La gestión de los recursos hídricos (en cantidad y en calidad) se practica hoy a nivel global, pero los resultados cualitativos, no han sido los adecuados. Todos los síntomas apuntan a un mayor deterioro de la calidad de las aguas dulces y marinas; resulta, pues, apremiante la puesta en marcha de programas de gestión más drásticos.

La visión integrada exige una estrecha cooperación gubernamental e intergubernamental y se opone a la fragmentación de las funciones que, desde siempre, se reparten los diferentes organismos de la administración. Por ejemplo, en Santa Fe, el abastecimiento de agua dependía hasta hace años de la Dirección Provincial de Obras Sanitarias (Di.P.O.S.), Ministerio de Hacienda, Obras y Servicios Públicos, mientras que el saneamiento estaba a cargo de la Dirección Provincial de Saneamiento Ambiental y Ecología (Di.P.Sa.E.), Ministerio de Salud y Ambiente.

La laguna La Salada constituye un caso patético de esa incoherencia gubernamental: mientras el Gobierno de la Provincia la declara "Área Natural Protegida", la ex-Di.P.O.S. construyó los desagües cloacales de la ciudad de Rufino para que descarguen en la laguna.

Abordar el problema en forma integrada significa que los intereses particulares no deben anteponerse sino complementarse. El control de la erosión del suelo, por ejemplo, va estrechamente ligado a las prácticas agrícolas, repoblación forestal de especies autóctonas, prevención de las inundaciones y conservación del agua.¹³⁻¹⁴

Los proyectos de gestión hídrica debieran tender a un consumo eficaz del agua más que a un mayor suministro, pues este último es más costoso y sólo aproxima la crisis inevitable: puesto que muchos países están acabando con sus reservas de agua, no queda otra vía que mejorar la eficiencia de ese uso. Un ejemplo de ello son las nuevas técnicas de microirrigación que están reemplazando a la ineficaz práctica del regadío. También la explotación de las aguas subterráneas para incrementar el suministro debiera evitarse, a menos que se tengan garantías de que el acuífero se recargará nuevamente; en este caso, la protección de la calidad de dichas aguas debiera ponerse en práctica mucho antes de que aparezcan los síntomas del deterioro.¹⁰

Las medidas de prevención de la contaminación y rehabilitación de las masas de agua que ya están degradadas, debieran ir por delante del desarrollo de técnicas de purificación. Estas últimas se complican y encarecen cada vez más por el creciente número de contaminantes; **el dinero gastado en eliminar los**



contaminantes, estaría mejor invertido previniendo su entrada al agua. En la capital santafesina se consideró necesario rehabilitar el antiguo acueducto que traía agua desde el río Colastiné (cortado con la caída del Puente Colgante en setiembre de 1983) dadas las enormes erogaciones que significaba tratar de depurar el agua cruda obtenida de la Laguna Setúbal, contaminada con excretas y detergentes, y que, en forma natural, posee un alto tenor salino.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha establecido programas de control de contaminación para diez mares regionales, pues de hecho la contaminación de un río o un mar se percibe antes que la de un océano. No obstante, la salvaguarda de este último también debe constituir una prioridad; desde comienzos de 1989, un acuerdo internacional prohíbe arrojar plásticos al mar desde los barcos, aunque en general, otras normativas internacionales que regulan los cursos marinos, debieran perfeccionarse.

Regenerar y conservar nuestras aguas tiene sentido, tanto desde el punto de vista económico y social como ecológico. Por estos motivos, los países miembros del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) incluyeron las aguas internacionales entre sus cuatro puntos de atención a efectos de financiamiento. Aunque en los últimos 20 años se han firmado muchos tratados internacionales y regionales que afectan el tema del agua a distintos niveles, hasta la fecha se ha tratado de resolver el problema en forma fragmentaria en lugar de adoptar enfoques más integrados y globales. Sólo cuando los problemas que afectan al agua se aborden de forma conjunta podrán entenderse las distintas relaciones que existen entre ellos y desglosarse en elementos más sencillos y manejables.⁶

Es demasiado fácil predecir qué ocurrirá si no se aplican los principios consolidados de la gestión hídrica. Desde hace demasiado tiempo estamos viendo ríos y lagos transformados en cloacas y basurales, la muerte de personas por beber agua contaminada, playas infectadas, peces envenenados y hábitats destruidos. Una conducta del “laissez-faire”, en cuanto a gestión del agua se refiere, significará arrastrar el problema y agrandarlo a una mayor escala. Recordemos que el agua junto con el aire y el suelo, conforma el trío de bienes materiales que son, indiscutiblemente, “comunes” o compartidos. Sólo cabe esperar que el reconocimiento de este hecho incite a los gobiernos y a los individuos a la acción concreta y definitiva que la realidad a nivel planetario exige.¹⁰

LINKS sugeridos para actualizar datos

Ambiente.gov.ar

Amma

Biodiversidad.org

Ecoportal.net

Educ.ar

Ina.gov.ar

Instituto de Recursos Mundiales - WRI

Portal del agua

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA

Santafe.gov.ar

Sitiosargentina.gov.ar



BIBLIOGRAFIA CONSULTADA (en 1996) para contenidos:

- 1 ARIAS, DANIEL: *Agua que no has de beber en revista CLarín*, Buenos Aires, Argentina, julio de 1993.
- 2 BARR, MARILYNN: *Acid rain en Ecology Connection*, Frank Schaffer Publicacions, Inc., California, USA, 1994.
- 3 BROWN, LESTER: *El inicio de una nueva era en La situación en el mundo 1993*, Worldwatch Institute, Madrid, España, 1993.
- 4 CAPPATO, JORGE: *Agua: recurso vital en Nueva Enciclopedia de la Provincia de Santa Fe*, Tomo II, Cap. de Ecología, Ed. Sudamérica, Santa Fe, Argentina, 1991.
- 5 CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO (CERIDE) y TELEVISION EDUCATIVA IBEROAMERICANA (ATEI): *Teleseminario: pedagogía de la educación ambiental*, Santa Fe, Argentina, mayo-junio 1995.
- 6 DUDA, AL y WARD, TIM: *El FMAM y las aguas internacionales en Nuestro Planeta*, revista para el desarrollo sostenible del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Tomo VII, Nº 4, Nairobi, Kenya, 1995.
- 7 FOGUELMAN, DINA y GONZALEZ URDA, E.: *El agua en la Argentina en Curso de ecología y medio ambiente del Programa de Perfeccionamiento Docente Pro-Ciencia*, Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, Buenos Aires, Argentina, 1994.
- 8 GENTILE, GEORGINA: *La contaminación en la vida diaria*, Ed. Lumen, Buenos Aires, 1994.
- 9 LUTZENBERGER, JOSE: *Manifiesto ecológico*, Caracas, Venezuela, 1978.
- 10 MAURITS LA RIVIERE, J.W.: *Los recursos hídricos, amenazados en Investigación y Ciencia*, edición española de Scientific American Nº 158, Madrid, España, noviembre de 1989.
- 11 MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION DE LA NACION: *Agua para la vida en Nueva Escuela Nº 19*. Buenos Aires, Argentina, marzo 1995.
- 12 ODUM, E.P.: *Ecología del agua dulce en Ecología*, Ed. Interamericana, 1982.
- 13 PAGGI, JUAN CESAR: *Comunicaciones personales*.
- 14 PERTOVT, HECTOR: *Comunicaciones personales*.
- 15 POSTEL, SANDRA.: *Capacidad de carga: los mínimos de la Tierra en Brown, Lester y otros: La situación en el mundo 1994*, Worldwatch Institute, Madrid, España, 1994.
- 16 RABLEY, S.: *Water en el dossier Green world*, Macmillan Publishers Limited, Inglaterra, 1990.
- 17 RYAN, FRANK y RAY, STEPHEN: *Water: the fountain of life en The Environment Book*, The Macmillan Company of Australia, South Melbourne, Australia, 1991.
- 18 SAVAN, BETH: *Water en Earthwatch: earthcycles and ecosystems*, Addison-Wesley Publishing Company, Toronto, Canada, 1992.
- 19 SCHINDER, EDGARDO: *Agua fresca en el III Curso de Ecología Médica y Salud Ambiental, Módulo 1*, Colegio de Médicos de la Prov. de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina, 1992.
- 20 SORHUET GELOS, HERNAN y otros: *Contaminación del agua en Propuestas ecológicas para niños*, Panda Ediciones SRL. Chile, 1994.
- 21 WINDSPIRIT, JAY: *Earth Science*, Frank Schaffer Publications, California, USA, 1994.
- 22 WORLD RESOURCES INSTITUTE: *Freshwater en World Resources Institute 1992-93: A guide to the global environment*, Oxford University Press, Inglaterra, 1992.
- 23 WORLD SCOUT BUREAU y WORLD WILDLIFE FUND (WWF): *Agua pura en Házlo y muéstralo: juego internacional de proyectos conservacionistas*, Lima, Perú, 1983.