

1. LOS ORGANISMOS EN LOS MARES Y OCÉANOS.

Los océanos ocupan el 70% de la superficie terrestre y contienen una gran variedad de organismos. En sus aguas se pueden encontrar representantes de prácticamente todas las formas de vida.

Los seres que viven en el mar se han adaptado a condiciones físicas muy variadas (olas, mareas, corrientes, salinidad, temperatura, presión, iluminación, gases disueltos, etc.) y han desarrollado sistemas fisiológicos, de sujeción, de flotación, etc. muy variados.

1.1. El plancton.

Sus cadenas tróficas empiezan con organismos fotosintéticos y terminan con grandes ballenas, peces, calamares gigantes, etc.

Entre los organismos fotosintéticos hay algas macroscópicas que pueden alcanzar tamaños de varias decenas de metros, pero la mayor parte de la producción primaria la realizan algas microscópicas -fitoplancton- que viven en las zonas más superficiales del agua, hasta donde entra la luz. El factor que limita la producción de fitoplancton en una zona oceánica suele ser el ión fosfato. Por eso en aquellos lugares en los que corrientes marinas ascendentes suben sales de fósforo desde los sedimentos del fondo oceánico a la superficie, el fitoplancton prolifera y, a partir de él, todo el resto de organismos de la cadena trófica se multiplican.

El fitoplancton alimenta al zooplancton y los dos nutren a un amplio grupo de animales filtradores. Muchos animales tan distintos como las grandes ballenas, los moluscos bivalvos (almejas, mejillones, etc.), y gran número de peces, se alimentan de los organismos microscópicos que recogen filtrando grandes cantidades de agua.

Los animales que se encuentran en el vértice de la cadena trófica, como tiburones, atunes, delfines, cachalotes, etc. se alimentan de los organismos más pequeños.

Los residuos orgánicos de los animales que viven cerca de la superficie se hunden hacia los fondos oceánicos y allí son el origen de la cadena trófica que permite vivir a los organismos que ocupan esos lugares.

1.2. Formas de vida.

Según las formas de vida de los organismos se distinguen en el océano:

- Organismos pelágicos.- Viven en las aguas libres, en las que los organismos que se encuentran viven sin relación con el fondo oceánico. Aquí

encontramos los grandes cardúmenes de peces, ballenas, calamares, etc. que se desplazan por sus propios medios por el medio acuático.

- Organismos bentónicos.- Viven en el fondo oceánico. Los organismos que viven en este ambiente están sujetos al fondo o se apoyan y descansan en él para su alimentación, su reproducción, defensa, etc. El grupo de organismos bentónicos es muy numeroso (algas, anélidos, moluscos, corales, estrellas, crustáceos, peces de fondo, etc.)
- Organismos planctónicos.- Este grupo de seres viven flotando en las aguas y, aunque pueden realizar algunos desplazamientos por su cuenta, se mueven principalmente arrastrados por las corrientes. Entre ellos están algas microscópicas (fitoplancton), protozoos, pequeños crustáceos, huevos, larvas, medusas, etc.)

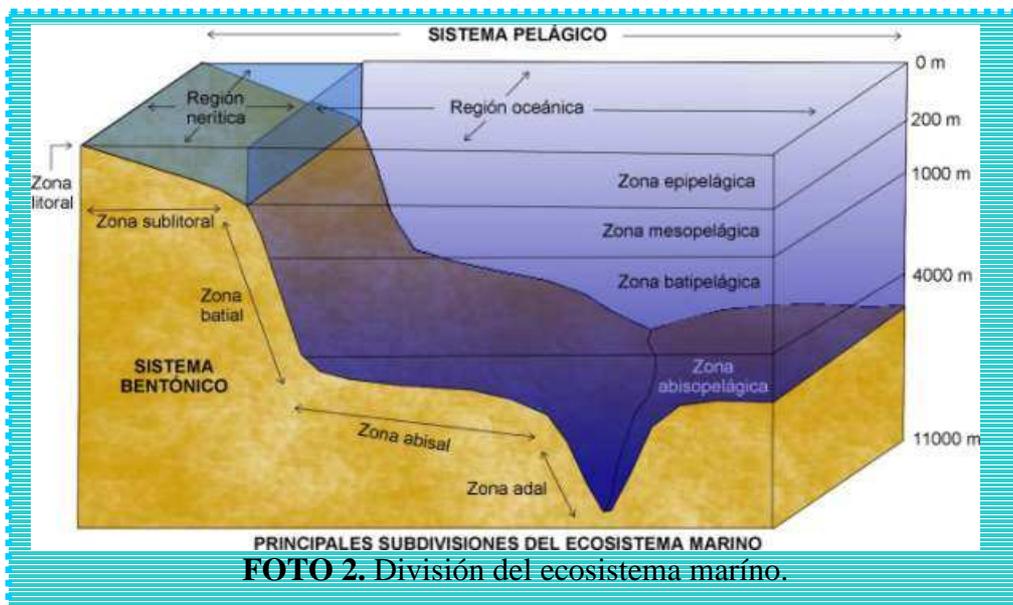


FOTO 2. División del ecosistema marino.

1.3. Cercanía a la costa.

Según la cercanía a la costa se diferencian, horizontalmente, dos zonas:

Zona nerítica: Cercana a la costa, en zonas en las que la profundidad es, como mucho, de 150 o 200 m. Corresponden a la plataforma continental, con menos del 10% de la superficie oceánica total, pero con una producción que es casi la mitad del total generado por el océano. Se llama zona litoral a la que se ve afectada por la oscilación de las mareas.

Zona oceánica: Es la zona de aguas profundas. En los océanos el máximo de producción primaria se produce en la zona fótica a los 20 o 30 m de profundidad,

aunque se encuentran algas hasta los 200 m, dependiendo de la transparencia de las aguas. Del plancton que se va produciendo, el 75% aproximadamente, es devorado por los consumidores de primer orden. El resto desciende hasta el fondo y se sedimenta.

A partir de los 500 m (zona afótica) la oscuridad es absoluta en todos los lugares. Los organismos que viven en los grandes fondos avísales, poseen adaptaciones muy especiales a la oscuridad total, la irregularidad alimenticia y las grandes presiones que deben soportar. Las amplias zonas oceánicas son semidesérticas aunque en total aportan a la producción primaria de la ecosfera una notable cantidad de energía por su gran extensión, a pesar de su baja producción por unidad de superficie.

2. CONTAMINACIÓN DEL AGUA.

2.1. Importancia del problema.

Los ríos, lagos y mares recogen, desde tiempos inmemoriales, las basuras producidas por la actividad humana.

El ciclo natural del agua tiene una gran capacidad de purificación. Pero esta misma facilidad de regeneración del agua, y su aparente abundancia, hace que sea el vertedero habitual en el que arrojamos los residuos producidos por nuestras actividades. Pesticidas, desechos químicos, metales pesados, residuos radiactivos, etc., se encuentran, en cantidades mayores o menores, al analizar las aguas de los más remotos lugares del mundo. Muchas aguas están contaminadas hasta el punto de hacerlas peligrosas para la salud humana, y dañinas para la vida.

La degradación de las aguas viene de antiguo y en algunos lugares, como la desembocadura del Nilo, hay niveles altos de contaminación desde hace siglos; pero ha sido en este siglo cuando se ha extendido este problema a ríos y mares de todo el mundo.

Primero fueron los ríos, las zonas portuarias de las grandes ciudades y las zonas industriales las que se convirtieron en sucias cloacas, cargadas de productos químicos, espumas y toda clase de contaminantes. Con la industrialización y el desarrollo económico este problema se ha ido trasladando a los países en vías de desarrollo, a la vez que en los países desarrollados se producían importantes mejoras.

2.2. Alteraciones físicas del agua.

| Alteraciones físicas | Características y contaminación que indica |
|-----------------------------|--|
| Color | El agua no contaminada suele tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos debido, principalmente, a los compuestos húmicos, férricos o los pigmentos verdes de las algas que contienen... Las aguas contaminadas pueden tener muy diversos colores pero, en general, no se pueden establecer relaciones claras entre el color y el tipo de contaminación |
| Olor y sabor | Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos, en ocasiones sin ningún olor. |
| Temperatura | El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. La temperatura óptima del agua para beber está entre 10 y 14°C. Las centrales nucleares, térmicas y otras industrias contribuyen a la contaminación térmica de las aguas, a veces de forma importante. |
| Materiales en suspensión | Partículas como arcillas, limo y otras, aunque no lleguen a estar disueltas, son arrastradas por el agua de dos maneras: en suspensión estable (disoluciones coloidales); o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua las arrastra. Las suspendidas coloidalmente sólo precipitarán después de haber sufrido coagulación o floculación (reunión de varias partículas) |
| Radiactividad | Las aguas naturales tienen unos valores de radiactividad, debidos sobre todo a isótopos del K. Algunas actividades humanas pueden contaminar el agua con isótopos radiactivos. |
| Espumas | Los detergentes producen espumas y añaden fosfato al agua (eutrofización). Disminuyen mucho el poder autodepurador de los ríos al dificultar la actividad bacteriana. También interfieren en los procesos de floculación y sedimentación en las estaciones depuradoras. |
| Conductividad | El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de esos electrolitos. Por esto se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de sales. Como la temperatura modifica la |

| | |
|--|---|
| | conductividad las medidas se deben hacer a 20°C |
|--|---|

2.3 Alteraciones químicas del agua.

| Alteraciones químicas | Contaminación que indica |
|--|---|
| pH | <p>Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO₂ disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo.</p> <p>La principal sustancia básica en el agua natural es el carbonato cálcico que puede reaccionar con el CO₂ formando un sistema tampón carbonato/bicarbonato.</p> <p>Las aguas contaminadas con vertidos mineros o industriales pueden tener pH muy ácido.</p> <p>El pH tiene una gran influencia en los procesos químicos que tienen lugar en el agua, actuación de los floculantes, tratamientos de depuración, etc.</p> |
| Oxígeno disuelto OD | <p>Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, septicización, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.</p> |
| Materia orgánica biodegradable: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | <p>DBO₅ es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Se mide a los cinco días. Su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente y permite prever cuánto oxígeno será necesario para la depuración de esas aguas e ir comprobando cuál está siendo la eficacia del tratamiento depurador en una planta.</p> |
| Materiales oxidables: Demanda Química de Oxígeno (DQO) | <p>Es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar los materiales contenidos en el agua con un oxidante químico (normalmente dicromato potásico en medio ácido). Se determina en tres horas y, en la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la DBO por lo que es de gran utilidad al no necesitar los cinco días de la DBO.</p> <p>Sin embargo la DQO no diferencia entre materia biodegradable y el resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales.</p> |
| Nitrógeno total | <p>Varios compuestos de nitrógeno son nutrientes esenciales. Su presencia en las aguas en exceso es causa de eutrofización.</p> <p>El nitrógeno se presenta en muy diferentes formas químicas en las aguas naturales y contaminadas. En las aguas habituales se suele</p> |

| | |
|-----------------------------------|--|
| | determinar el NTK (nitrógeno total Kendahl) que incluye el nitrógeno orgánico y el amoniacal. |
| Fósforo total | El fósforo, como el nitrógeno, es nutriente esencial para la vida. Su exceso en el agua provoca eutrofización. El fósforo total incluye distintos compuestos como diversos ortofosfatos, polifosfatos y fósforo orgánico. La determinación se hace convirtiendo todos ellos en ortofosfatos que son los que se determinan por análisis químico. |
| Aniones | Indican salinidad |
| Cloruros | Indican contaminación agrícola |
| nitratos | Indican actividad bacteriológica |
| nitritos | Indican detergentes y fertilizantes |
| Fosfatos | Indican acción bacteriológica anaerobia (aguas negras, etc.) |
| sulfuros cianuros fluoruros | Indican contaminación de origen industrial En algunos casos se añaden al agua para la prevención de las caries, aunque es una práctica muy discutida. |
| Cationes: sodio | Indica salinidad. |
| Calcio y magnesio | Están relacionados con la dureza del agua |
| amonio | Contaminación con fertilizantes y heces |
| Metales pesados | De efectos muy nocivos; se bioacumulan en la cadena trófica. |
| Compuestos orgánicos | Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (antimúsculos, lubricantes, etc.) son difíciles de |

| | |
|--|--|
| | <p>metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan a los seres vivos.</p> <p>Los fenoles pueden estar en el agua como resultado de contaminación industrial y cuando reaccionan con el cloro que se añade como desinfectante forman clorofenoles que son un serio problema porque dan al agua muy mal olor y sabor.</p> |
|--|--|

2.4. Alteraciones biológicas del agua:

| Alteraciones biológicas del agua | Contaminación que indican biológica del agua |
|---|---|
| Bacterias coliformes | Desechos fecales |
| Virus | Desechos fecales y restos orgánicos |
| Animales, plantas, microorganismos diversos | Eutrofización |

3. SUSTANCIAS CONTAMINANTES DEL AGUA

Hay un gran número de contaminantes del agua que se pueden clasificar de muy diferentes maneras. Una posibilidad bastante usada es agruparlos en los siguientes ocho grupos:

3.1. Microorganismos patógenos.

Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc. En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños.

Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas. Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua. La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda que en el agua para beber haya 0 colonias de coliformes por 100 ml de agua.

3.2. Desechos orgánicos.

Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de

desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno.

Buenos índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto, (OD, en agua), o la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno).

3.3. Sustancias químicas inorgánicas.

En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.

3.4. Nutrientes vegetales inorgánicos.

Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable.

3.5. Compuestos orgánicos.

Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.

3.6. Sedimentos y materiales suspendidos.

Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, rías y puertos.

3.7. Sustancias radiactivas.

Isótopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y, a veces, se pueden ir acumulando a lo largo de las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos que las que tenían en el agua.

3.8. Contaminación térmica.

El agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva, en ocasiones, la temperatura de ríos o embalses con lo que disminuye su capacidad de contener oxígeno y afecta a la vida de los organismos.

4. ORIGEN DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS.

La contaminación de las aguas puede proceder de fuentes naturales o de actividades humanas. En la actualidad la más importante, sin duda, es la provocada por el hombre. El desarrollo y la industrialización suponen un mayor uso de agua, una gran generación de residuos muchos de los cuales van a parar al agua y el uso de medios de transporte fluviales y marítimos que, en muchas ocasiones, son causa de contaminación de las aguas.

4.1. Naturales.

Algunas fuentes de contaminación del agua son naturales. Por ejemplo, el mercurio que se encuentra naturalmente en la corteza de la Tierra y en los océanos contamina la biosfera mucho más que el procedente de la actividad humana. Algo similar pasa con los hidrocarburos y con muchos otros productos.

Normalmente las fuentes de contaminación natural son muy dispersas y no provocan concentraciones altas de polución, excepto en algunos lugares muy concretos.

4.2. De origen humano.

La contaminación de origen humano, en cambio, se concentra en zonas concretas y, para la mayor parte de los contaminantes, es mucho más peligrosa que la natural.

Hay tres ideas principales de contaminación antropogénica.

4.2.1. Industria.

Según el tipo de industria se producen distintos tipos de residuos. Normalmente en los países desarrollados muchas industrias poseen eficaces sistemas de depuración de las aguas, sobre todo las que producen contaminantes más peligrosos, como metales tóxicos.

En algunos países en vías de desarrollo la contaminación del agua por residuos industriales es muy importante.

4.2.2. Vertidos urbanos.

La actividad doméstica produce principalmente residuos orgánicos, pero el alcantarillado arrastra además todo tipo de sustancias: emisiones de los automóviles (hidrocarburos, plomo, otros metales, etc.), sales, ácidos, etc.

La Directiva 91/271/CEE de la Unión Europea sobre el Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas, aprobada en mayo de 1991, urge a los estados miembros a tomar las medidas para lograr que todas las aguas residuales sean adecuadamente recogidas y sometidas a tratamientos secundarios o equivalentes antes de ser vertidas.

La obligada construcción de depuradoras en los municipios está reduciendo de forma importante este tipo de contaminación, pero en España la depuración de aguas residuales es todavía muy insuficiente. Menos de la mitad de la población española trataba sus aguas residuales como lo manda la Directiva Comunitaria al comienzo de los noventa.

4.2.3. Navegación.

Produce diferentes tipos de contaminación, especialmente con hidrocarburos. Los vertidos de petróleo, accidentales o no, provocan importantes daños ecológicos.

Según el estudio realizado por el Consejo Nacional de Investigación de los EEUU, en 1985 se vertieron al mar unas 3.200.000 Toneladas de hidrocarburos.

A lo largo de la década de los ochenta se tomaron diversas medidas para disminuir la contaminación de los mares y la Academia de las Ciencias de EEUU estimaba que se habían reducido en un 60% los vertidos durante estos años. Se puede calcular que en 1989 se vertieron al océano algo más de 2.000.000 toneladas. De esta cifra el mayor porcentaje corresponde a las aguas residuales urbanas y a las descargas industriales (en total más del 35%). Otro tercio correspondería a vertidos procedentes de buques (más por operaciones de limpieza y similares, aunque su valor va disminuyendo en los últimos años, que por accidentes) y el resto a filtraciones naturales e hidrocarburos que llegan a través de la atmósfera.