



SECRETARIA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
SUBSECRETARIA DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

DIRECCIÓN DE BACHILLERATOS ESTATALES Y PREPARATORIA ABIERTA

**DEPARTAMENTO DE PREPARATORIA ABIERTA**

BIOÉTICA

GUIA DE ESTUDIO

Compilado por: Lic. Javier Flores Ortiz

*Preparatoria*

FEBRERO 2007, PUEBLA

*abierta*

**BIOETICA**

<b>CONTENIDO TEMATICO</b>		
<b>UNIDAD</b>	<b>MODULO</b>	<b>TEMA</b>
<b>Unidad I</b> ECOLOGÍA MEDIO AMBIENTE AGRÍCOLA, PESTICIDAS	Módulo 1	<u>Ciclos alimentarios base terrestre y acuático</u>
	Módulo 2	<u>Factores que provocan cambios en un ecosistema</u>
	Módulo 3	<u>Técnicas importantes para el rendimiento de la tierra</u>
	Módulo 4	<u>Principales métodos de combate de plagas</u>
<b>Unidad II</b> DESECHOS RADIATIVOS CONTAMINACIÓN DEL AIRE	Módulo 5	<u>La radiactividad</u>
	Módulo 6	<u>La energía nuclear</u>
	Módulo 7	<u>Contaminación del aire</u>
	Módulo 8	<u>Efectos y control de la contaminación del aire</u>
<b>Unidad III</b> CONTAMINACIÓN DEL AGUA DESECHOS SÓLIDOS	Módulo 9	<u>Agua pura y potable</u>
	Módulo 10	<u>Elementos nutritivos y oxígeno en el agua</u>
	Módulo 11	<u>La eutroficación</u>
	Módulo 12	<u>Ciclos naturales y artificiales</u>
<b>Unidad IV</b> EL CRECIMIENTO DE LAS POBLACIONES HUMANAS CONTAMINACIÓN TERMICA EL RUIDO	Módulo 13	<u>El crecimiento de las poblaciones humanas</u>
	Módulo 14	<u>La población humana externa</u>
	Módulo 15	<u>El efecto de la temperatura en los ecosistemas</u>
	Módulo 16	<u>El ruido</u>

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA - LIGAS

CUADERNILLO DE REACTIVOS



## BIOÉTICA

### GUIA DE ESTUDIO

#### UNIDAD I

##### Módulo 1

#### Ciclos alimentarios base terrestre y acuático

#### OBJETIVO:

Definirá los conceptos de fisiología, ecología y la organización de un ecosistema.

#### Ecología

Cada uno de los seres humanos, es mucho más que una suma de cerebro, corazón, hígado, estómago y otros órganos. Cada uno es, un **sistema** vivo de partes interdependientes; el sistema funciona en forma sumamente compleja, tan compleja, que difiere mucho de haber sido comprendida por completo. El estudio de este funcionamiento constituye la ciencia de la **fisiología**.

La planta o animal individualmente no pueden existir como entidades aisladas, sino que depende del medio ambiente. Han de ingerir alimentos, agua y minerales, eliminar desperdicios y mantener una temperatura favorable. El estudio de las acciones mutuas entre sistemas vivos y su medio ambiente constituye la ciencia de la **ecología**, la **ecología** es una **disciplina de la biología**.

Considerados juntamente, los organismos vivos y la materia inerte con la que actúen en relación, constituye el **ecosistema**.

#### Los ecosistemas y el equilibrio

El ecosistema **es un sistema dinámico relativamente autónomo formado por una comunidad natural y su medio ambiente físico**. Tiene en cuenta las complejas interacciones entre los organismos -plantas, animales, bacterias, algas, protozoos y hongos, entre otros- que forman la comunidad y los flujos de energía y materiales que la atraviesan.

En otras palabras el **ecosistema es el conjunto de factores abióticos y bióticos de una determinada zona, y la interacción que se establece entre ellos**.

Las partes principales de un ecosistema:

1. El entorno físico (suelo, montañas, ríos, mares, etc.)



2. El grupo vegetal que lo caracteriza (pastos, árboles, etc.)
3. La fauna que lo habita (animales, incluido el hombre)

Son los productores (plantas verdes), los consumidores (herbívoros y carnívoros), los organismos responsables de la descomposición (hongos y bacterias), y el componente no viviente o abiótico, formado por materia orgánica muerta y nutrientes presentes en el suelo y el agua. Las entradas al ecosistema son energía solar, agua, oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno y otros elementos y compuestos. Las salidas del ecosistema incluyen el calor producido por la respiración, agua, oxígeno, dióxido de carbono y nutrientes. La fuerza impulsora fundamental es la energía solar.

El bosque es un ejemplo de ecosistema pues se compone de aire, suelo, agua, nutrientes, y especies particulares de animales, pájaros, insectos, microorganismos, árboles, y otras plantas. Si algunos árboles son cortados, el resto de los elementos será afectado. Los animales y los pájaros pueden perder su hábitat, el suelo erosionar, los nutrientes ser desplazados y el curso de las vías fluviales cambiar, entre otras consecuencias.

- ♣ Las condiciones ambientales (el clima, la precipitación pluvial, etc.)

La **interacción entre el medio abiótico y biótico** se produce cada vez que un animal se alimenta y después elimina sus desechos, cada vez que ocurre la fotosíntesis, al respirar, etcétera.

El organismo tiende a mantener un equilibrio de diversos procesos vitales, alimentándose, reparándose a sí mismo y adaptándose a los cambios externos. Esta tendencia a mantener un medio ambiente interno estable se designa como **homeostasis**.

Un ecosistema natural, tal como la tierra de pasto, tiene muchas oposiciones. Los organismos nacen y mueren. La humedad y los elementos nutritivos salen de la tierra y son devueltos a ella, estas oposiciones están delicadamente protegidas contra trastornos. Un ejemplo, durante una temporada seca, cuando los ratones de una tierra de pasto tienen menos alimento y su natalidad decrece, regresan a sus madrigueras a invernar, de modo que su mortalidad decrece asimismo.

En esta forma, su comportamiento protege tanto el equilibrio de su población como el de las hiervas, que no son consumidas por los ratones invernantes. Semejantes tendencias se designa como **homeostasia del ecosistema**.

El equilibrio de la naturaleza es, pues una expresión que se refiere al estado de los ecosistemas naturales que mantienen su existencia por medio de oposiciones apropiadas de procesos y mediante mecanismos reguladores, que protegen dichos procesos contra trastornos.

## Cadenas de alimentos



La Tierra en su desplazamiento a través del espacio, intercambia muy poca materia con el resto del universo. La vida empezó en este planeta con una cantidad determinada de materia prima. Hay cantidades finitas de elementos diversos, por ejemplo, oxígeno, nitrógeno, carbono, hidrógeno y hierro. La forma química y la situación física de cada elemento pueden cambiar, pero no pueden cambiarse su cantidad. En contraste la tierra está recibiendo continuamente energía del sol y seguirá haciéndolo en el futuro.

Hay dos limitaciones al empleo de la energía solar:

- 1- Una gran parte de ella es utilizada simplemente para calentar la Tierra hasta una temperatura a la que la vida puede existir,
- 2- La cantidad de energía puede almacenarse en la Tierra en diversas formas y ser utilizada más adelante.

Tanto las plantas como los animales necesitan materias primas y energía para vivir. Las plantas utilizan materia simples y energía solar para sintetizar compuestos orgánicos que almacenan energía. Luego los animales consumen estos productos vegetales como fuente tanto de materia como de energía.

Las plantas se caracterizan por la capacidad de convertir las materias primas, bióxido de carbono y agua, en sustancias orgánicas, con la ayuda de la energía obtenida de la luz solar. Este proceso se designa como **fotosíntesis**. El aspecto importante a retener aquí es que las materias primas utilizadas son pobres en energía almacenada, en tanto que los productos de la fotosíntesis son ricos en energía.

Un material rico en energía es aquel que puede arder con producción de calor, en tanto que la sustancia pobre en energía no pueden hacerlo. **La celulosa (madera), la grasa, el azúcar, el carbón y el petróleo son sustancias ricas en energía, en tanto que el bióxido de carbono, el agua, el nitrógeno y el granito son pobres en energía.**

### **Cadenas alimenticias**

En el funcionamiento de los ecosistemas no ocurre desperdicio alguno: todos los organismos, muertos o vivos, son fuente potencial de alimento para otros seres. Un insecto se alimenta de una hoja; un ave come el insecto y es a la vez devorada por un ave rapaz. Al morir estos organismos son consumidos por los descomponedores que los transformarán en sustancias inorgánicas. Estas relaciones entre los distintos individuos de un ecosistema constituyen la cadena alimentarla.

Los productores o autótrofos son los organismos vivos que fabrican su propio alimento orgánico, es decir los vegetales verdes con clorofila, que realizan fotosíntesis. Por medio de este proceso, las sustancias minerales se transforman en compuestos orgánicos, aprovechables por todas las formas vivas. Otros productores, como los quimiosintetizadores -entre los que se cuentan ciertas



bacterias-, elaboran sus compuestos orgánicos a partir de sustancias inorgánicas que hallan en el exterior, sin necesidad de luz solar.

Los consumidores, también llamados heterótrofos, son organismos que no pueden sintetizar compuestos orgánicos, y por esa razón se alimentan de otros seres vivos. Según los nutrientes que utilizan y el lugar que ocupan dentro de la cadena, los consumidores se clasifican en cuatro grupos: consumidores primarios o herbívoros; secundarios o carnívoros; terciarios o súper carnívoros y descomponedores.

Los **herbívoros** se alimentan directamente de vegetales. Los consumidores **secundarios o carnívoros** aprovechan la materia orgánica producida por su presa. Entre los consumidores **terciarios o carnívoros** se hallan los necrófagos o carroñeros, que se alimentan de cadáveres. Los **descomponedores** son las bacterias y hongos encargados de consumir los últimos restos orgánicos de productores y consumidores muertos. Su función es esencial, pues convierten la materia muerta en moléculas inorgánicas simples. Ese material será absorbido otra vez por los productores, y reciclado en la producción de materia orgánica. De esa forma se reanuda el ciclo cerrado de la materia, estrechamente vinculado con el flujo de energía.

Esta organización de los ecosistemas es válida tanto para los ambientes terrestres como para los acuáticos. En ambos se encuentran productores y consumidores. Sin embargo, los ecosistemas terrestres poseen mayor diversidad biológica que los acuáticos. Precisamente por esa riqueza biológica, y por su mayor variabilidad, los ecosistemas terrestres ofrecen más cantidad de hábitat distintos y más nichos ecológicos.

En un ecosistema boscoso, los árboles participan en el control de la temperatura; las hojas de los árboles son comidas por los gusanos y los insectos; a su vez, los gusanos y los insectos son comidos por los pájaros, si desaparecieran la población de pájaros los gusanos crecerían en mejores condiciones.



## Módulo 2

### Factores que provocan cambios en un ecosistema

#### OBJETIVO:

Conocerá el concepto de nicho ecológico y simbiosis. La forma en que se alcanza el clímax de una sucesión natural y algunos de los ecosistemas principales de clímax.

#### Trastornos y recuperación la estabilidad de los ecosistemas

Los ecosistemas no siempre están en equilibrio. Algunos trastornos como la migración, sequía, inundaciones, fuego o heladas a destiempo pueden ocasionar desequilibrios en el ecosistema. La capacidad de sobrevivir de un ecosistema depende de su capacidad de adaptarse a un desequilibrio.

#### Nicho ecológico

La combinación de función y hábitat se designan **nicho ecológico**, así a la estrategia de supervivencia utilizada por una especie, que incluye la forma de alimentarse, de competir con otras, de cazar, de evitar ser comida. En otras palabras, es la función, “profesión” u “oficio” que cumple una especie animal o vegetal dentro del ecosistema.

En colorado Rokies. Dos depredadores, el zorro y el coyote, viven en la misma región. El zorro es más pequeño y más furtivo, en tanto que el coyote es mayor, más fuerte y más rápido. Los cazan conejos y roedores grandes. Además el zorro, pero no generalmente, el coyote, mata aves y roedores pequeños. Por otra parte, los coyotes que cazan en grupos pueden capturar pequeños venados. Así, pues, por el hecho de tener pequeñas capacidades distintas, el zorro y el coyote ocupan nichos ecológicos ligeramente distintos y sobreviven ambos. Las diversas especies dentro de un ecosistema son interdependientes. Los **carnívoros** terrestres se encuentran en todos los tipos de hábitat, y sus diversidad en tallas, morfología, fisiología, etc., les ha permitido ocupar una amplia variedad de nichos.

Un ejemplo de una proximidad muy estrecha entre especies interdependientes lo ofrece el líquen de roca. Este líquen crece en piedra desnuda y presenta el aspecto de una capa sumamente delgada de vegetación. El líquen es una mezcla de un hongo y una alga. El hongo, que no contiene clorofila y no puede producir, su propio alimento por fotosíntesis. Obtiene toda su energía alimenticia del alga. Esta a su vez, no puede retener el agua y se deshidrataría y moriría si no estuviera rodeada por el hongo. Aquí la dependencia es directa, porque los dos organismos han de crecer juntos.



## Simbiosis

Es una interacción entre dos o más organismos, viviendo más o menos juntos una asociación íntima o incluso la fusión de dos organismos distintos.

Un ejemplo entre especies interdependientes lo ofrecen el líquen de roca. Este líquen crece en piedra desnuda y presenta el aspecto de una capa sumamente delgada de vegetación. En realidad, el líquen es una mezcla de un hongo y una alga. El hongo, que no tiene clorofila y no puede producir, por consiguiente, su propio alimento por fotosíntesis, obtiene toda su energía alimenticia del alga. Esta a su vez, no puede retener el agua y se deshidrataría y moriría si no estuviera rodeada por el hongo. Aquí la dependencia es directa, por que los dos organismos han de crecer juntos para sobrevivir.

Otro ejemplo la relación entre la anémona de mar y el cangrejo ermitaño, el cangrejo "ofrece" desplazamiento a la anémona y ésta le ofrece protección con sus tentáculos venenosos.

## Sucesión natural

La **sucesión** se define como la serie de cambios a través de los cuales un ecosistema va pasando a medida que transcurre el tiempo.

La **sucesión natural** ocurre debido a que el ambiente físico puede ser modificado gradualmente por el crecimiento de la comunidad biótica misma, de tal manera que el ecosistema se vuelve más favorable para otro grupo de especies y menos favorable para las especies presentes. Por lo tanto hay un cambio gradual de la primera comunidad biótica, la cual es desplazada por una segunda y ésta por otra y así sucesivamente.

La sucesión de especies no tiene lugar indefinidamente. Se alcanza un equilibrio, cuando hay un balance dinámico entre todas las especies y el ambiente físico. El estado final se conoce como ecosistema clímax. Todos los biomas naturales se consideran **ecosistemas clímax**.

El **clímax** es la etapa final, la etapa que ya no cambia, la palabra final se utiliza con reserva, porque el lento proceso de la evolución va cambiando todas las cosas. La composición del clímax depende de la temperatura, de la altura, de los cambios de temporada y de los tipos de precipitación fluvial y de luz solar.

Ecosistemas de clímax: Bosque, tundra, selva y arrecife coralino.

Los **bosques** que constan en gran parte de árboles necesitan una humedad apropiada y un clima relativamente templado.

En las regiones más frías, el clímax consta de vegetación casi carente de árboles. Este ecosistema de clímax, conocido como **tundra**, consta de plantas cuya



temporada de desarrollo es de dos meses o menos y son capaces de sobrevivir en condiciones severas de frío y de hielo.

En las áreas templadas, en que la precipitación pluvial es demasiado baja para soportar bosques, el ecosistema de clímax consta de **praderas**.

En las áreas mas secas. El clímax es un **desierto**, ya sea árido o capaz de soportar monte bajo y cactus.

Los ecosistemas cambian con el tiempo debido a variaciones climáticas, sucesión natural y evolución.



## Módulo 3

### Técnicas importantes para el rendimiento de la tierra

#### OBJETIVO:

Conocerá el ecosistema agrícola y los casos de la destrucción agrícola en la india, la cuenca del polvo de E.U.A y la Presa de Asuan en Egipto.

#### Ecosistemas agrícolas

Al evolucionar el hombre a partir de sus antecesores simiescos empezó comiendo carne y diversos productos vegetales, según lo que lograba conseguir de un día a otro. Cazaba y llevaba su alimento a su cueva, o era cazado y llevado a la cueva de algún otro depredador. Competía con otros herbívoros por alimentos vegetales, y la vida resultaba muy dura durante las sequías, las inundaciones y las pestilencias.

El medio ambiente de la tierra no resultaba apreciablemente alterado por la existencia del hombre primitivo. Las razones de esto eran:

- Primero, la tecnología primitiva del hombre era muy limitada. Sus utensilios de piedra y de madera para cavar y cazar podrían competir sin duda con el colmillo del mamut o la zarpa del tigre, pero no eran ciertamente muy superiores.
- En segundo lugar, la población del hombre primitivo era muy reducida.

El primer invento importante del hombre en relación con la alteración de la tierra fue la agricultura. La agricultura crea un tipo fundamentalmente nuevo de ecosistema, el ecosistema naturalmente equilibrado es autosuficiente y no necesita intercambiar materia alguna, ya sea dándola o tomándola, como el exterior. El consumo y la producción de elementos nutritivos recorren el ciclo alimentario incesantemente, sin pérdida ni ganancia alguna.

La agricultura era un invento técnico, capacitó al hombre para obtener alimentos de la tierra en forma mucho más eficaz de lo que jamás hubiera sido el caso colectando o cazando, y aun en forma tan eficiente, de hecho, que a una superficie determinada de tierra se le podía hacer alimentar a más gente que los cultivadores o pastores que la cuidaban. Y cuanto más eficiente se hace la técnica productora de alimentos, tanto peor resulta el trastorno ecológico. Los ecosistemas agrícolas es poco resistente a las fluctuaciones físicas.

La diversidad de un ecosistema contribuye a su estabilidad.

#### Técnicas de la agricultura

Cuatro técnicas agrícolas importantes para ayudar al hombre a llevar el rendimiento de la tierra al grado máximo.

- a) **Los grandes consumidores no humanos (mamíferos, reptiles y pájaros) se mantienen alejados físicamente de los cultivos.** Es obvio que el rendimiento cosechable de una determinada superficie aumentará si



no se permite que los animales se coman las cosechas. El ecosistema se mantiene en equilibrio porque los animales comen el excedente producido por las plantas. El empleo de cercados para mantener a los herbívoros alejados de los cultivos pueden aumentar el rendimiento de las cosechas.

- b) **Sólo se cultivan las plantas útiles al hombre.** Las plantas son útiles como alimento si producen grandes semillas comestibles, ricas en proteínas, o se concentran vitaminas o almidón en sus raíces, sus hojas o sus frutos. Algunas plantas, como el algodón y el tabaco, se cultivan con fines distintos del alimento. El exterminio de la mala hierba, es indispensable para la agricultura. Sin embargo, la mala hierba forma a menudo parte del equilibrio natural, y su supresión ha sido causa directa de la desaparición del manto del suelo más rápidamente de lo que puede formarse mediante el proceso natural de la erosión de las rocas.
- c) **Se refertiliza la tierra.** La recirculación o fertilización artificial de las tierras de cultivo es indispensable si el hombre ha de obtener de la tierra los elementos nutritivos en forma de grano, fruta, hortaliza y demás. En otro caso, la tierra perderá su fertilidad.
- d) **Se riega la tierra.** La menos generalizada de las cuatro técnicas de la agricultura es el riego. Esta técnica sólo es necesaria en regiones secas donde el hombre quiere cultivar más alimento de lo que sería posible en otro caso.

### **Destrucciones agrícolas**

La tierra de cultivo ha sido parcial o totalmente destruidas por la erosión o por agotamiento del suelo.

La región alrededor del **Sind**, cerca de la desembocadura del Indo es típica de una tierra de cultivo destruida. Con excepción de unas cuantas extensiones irrigadas, Sind es ahora una región estéril, árida y medio desértica, las excavaciones arqueológicas han puesto al descubierto las ruinas de una civilización avanzada que cultivaba allí la tierra hace 4000 años.

**El cambio de clima que destruyó la tierra del Sind fue ocasionado probablemente por deforestación.**

Si los habitantes primitivos de la región hubieran comprendido la importancia de la diversidad natural y si hubieran sido capaces de establecer una proporción adecuada de bosque y tierra de cultivo, podrían haber producido alimento suficiente, sin destruir su ecosistema.

En la India debido a que el pastoreo excesivo destruye el manto del suelo, los cabreros, sirviéndose de hoces de seis metros de largo cortan las ramas de los árboles, para alimento de sus cabras. Los árboles se mueren y a la tierra se la lleva el viento.



Otro relato de destrucciones de tierra proviene de la cuna de la civilización. El valle del **Tigris** y el **Eufrates** dio origen a varias grandes civilizaciones, el abastecimiento en alimentos hubo de ser, al menos, apropiado. Hoy, en cambio, una gran parte de dicha región es árida, medio desértica, desolada y esta gravemente erosionada.

En cada uno de los ejemplos anteriores cabría sostener que la destrucción de la tierra fue causada más bien por cambios de clima que por la mala administración del hombre.

En el caso del centro del **Cuenco del polvo**, de Oklahoma, el desierto fue obra del hombre, sin que el clima cambiara.

En el **centro occidental de Estados Unidos de Norteamérica**, la precipitación pluvial es demasiado baja para mantener un sistema de bosque, crecen en la praderas tanto plantas anuales como perennes. Estas últimas y algunos arbustos bajos tienen raíces profundas, en tanto que las plantas anuales dependen de sistema de raíces mucho más cortos y menos extensos. Durante los años secos, hay tan poco agua, que muchas plantas anuales mueren, las perenne que aprovechan el agua profunda bajo el suelo, pueden subsistir y, al hacerlo, retienen la tierra e impiden que se la lleven los vientos de los veranos secos. En años de lluvia abundantes, las plantas anuales retoñan vigorosamente, llenan los lugares vacíos y, con sus sistemas de extensas raíces superficiales previenen la erosión de la tierra por los torrentes.

El herbívoro dominante era allí el bisonte. Millones de estos animales vagaban por los llanos. Su número era mantenido bajo control por las fuerzas naturales. Los cazaban manadas de lobos; sin embargo, debido a que en los primeros años de vida los bisontes, tanto machos como hembras, eran demasiado rápidos y demasiado fuertes para el lobo, solamente sucumbían y eran devorados los adultos enfermos y viejos y los lentos terneros.

La contribución del hombre no fue particularmente prominente. En efecto, mato los bisontes para crear lugar para su ganado, y luego mató a los lobos y los coyotes para prevenir la depredación de sus rebaños. Además permitía que su ganado pastara con exceso. En las tierras de pastoreo excesivo, las plantas especialmente las anuales, se dispersan a tal punto unas respecto a otras, que no pueden fecundarse por sí mismas. Por consiguiente, la tierra misma se hace muy susceptible a la erosión del suelo durante las fuertes lluvias. Por otra parte el agua se escurre, lo que produce un descenso de los niveles del agua subterránea, el agotamiento del manto freático representa la muerte para todas las hierbas de la pradera. El ganado aprieta la tierra con su pezuñas, obstruyendo así el filtrado natural del aire y agua a través del suelo.

La introducción del arado en la pradera por el hombre produjo un efecto todavía más grave. Cavó y revolvió la tierra de la pradera para procurarse espacios para sus cultivos. El cultivo con miras al comercio, dedica grandes extensiones a una sola planta, destruyendo así el sistema naturalmente equilibrado.



El hombre se ha hecho dependiente de su tecnología, la tecnología proporciona muchas bases para aumentar la producción. Las semillas híbridas (mezcladas) dan origen a plantas de granos que producen rendimientos aumentados.



## Módulo 4

### Principales métodos de combate de plagas

#### OBJETIVO:

Conocerá las principales características de los hidrocarburos clorados; la importancia de los materiales biodegradables; el pesticida y el proceso de las mutaciones.

#### Competencia para alimentos entre los insectos y el hombre

Por miles de años el hombre ha considerado a los insectos como una plaga que había que destruir. Desde que la agricultura empezó, invasiones de insectos han destruido en reiteradas ocasiones las cosechas del hombre. Una proporción mucho mayor de materia vegetal es devorada por los insectos, los roedores, las aves, y los microorganismos.

Los insectos han constituido una plaga grave, porque actúan como portadores de organismos patógenos. El paludismo y la fiebre amarilla han ocasionado muchas muertes, así como la peste bubónica, transmitida por una pulga que vive sobre las ratas.

Constituye un grave error considerar a todos los insectos como plagas. En efecto, muchos insectos no afectan al hombre, otros son directamente útiles y todos ellos forman parte del ecosistema. Por ejemplo, las abejas son absolutamente indispensables para el ciclo vital de la mayoría de las plantas que florecen, transportan inesperadamente el polen de una flor a otra, asegurando en esta forma la fecundación.

Los insectos constituyen la primera fuente de alimento para muchos animales. Por ejemplo la dieta de muchas especies de aves incluyen tanto insectos como fruta, muchos insectos carnívoros o parasíticos se alimentan de insectos que devoran las cosechas del hombre.

Algunas poblaciones de insectos han sido controladas por sus depredadores naturales. Por otra parte, muchas especies vegetales han desarrollado medios de sintetizar diversos insecticidas para protegerse. Por ejemplo, el abeto balsámico produce un insecticida que le confiere inmunidad natural contra la chinche del tilo; y los crisantemos elaboran el insecticida **Pyrethrum**, y las raíces de algunas legumbre de las Indias Orientales contienen el veneno **rotenone** contra insectos.

#### Los hidrocarburos clorados

A fines de los años treinta y principios de los cuarenta fue sintetizado en diversos laboratorios un nuevo grupo de pesticidas. Estos compuestos contienen **carbono, hidrógeno y cloro** se los designa como **hidrocarburos clorados**. A algunos se les conoce corrientemente por sus nombres comerciales, tales como **DDT, aldrina, clordano, dieldrina, endrina, y heptacloro**. Son fáciles de elaborar,



baratos, y constituyen venenos muy eficaces. El DDT, por ejemplo, puede utilizarse con cierto éxito contra cualquier clase de insecto.

Tres características principales de los hidrocarburos.

#### a) **Son venenos universales**

Estos pesticidas matan no sólo insectos, sino también peces, aves, invertebrados y mamíferos (incluido el hombre). Por ejemplo en varias comunidades del Illinois oriental fueron rociadas desde el aire, en un intento por detener el avance del escarabajo japonés. El resultado fue que muchas especies de aves fueron aniquiladas, las ardillas del suelo fueron casi erradicadas, los gatos de las granjas perecieron, algunos corderos, y las ratas almizcleras, los conejos y los faisanes fueron envenenados, sin embargo no produjo el beneficio esperado, ya que la población del escarabajo japonés prosiguió su avance hacia oeste.

Una consecuencia complementaria del envenenamiento no selectivo es que resultan destruidos insectos tanto carnívoros como herbívoros. Los hidrocarburos clorados tienen una base bioquímica, que hace que el exceso de pesticida no sean excretado por los animales. Por consiguiente, el DDT y los pesticidas similares son por regla general más eficientes contra los depredadores que contra las plagas que se trata de combatir.

Muchos insectos envenenados pero vivos todavía, serían devorados por otros insectos que son sus enemigos naturales, así los depredadores ingieren una dieta de una concentración mayor de DDT que la de los herbívoros, o sea la plaga original. Y a su vez, cuando los pájaros se tragan a los insectos carnívoros, sus comidas tienen también una concentración mayor de DDT que la de los insectos que están devorando. En esta forma, pues, el DDT se va concentrando a medida que se sube en la cadena de los alimentos.

Un estudio examinó las concentraciones sucesivas del pesticida **toxafeno** en diversas partes de un determinado pantano. Tanto el lodo del fondo del pantano como los cuerpos de pequeños invertebrados contenían 0.2 ppm de toxafeno. Esta concentración no era letal para los invertebrados. Los peces que los devoraban tenían en sus músculos concentraciones de toxafeno de hasta 8 ppm. y en nivel residual de pesticidas en tejido graso de las aves a 650 ppm.

Otro problema con los pesticidas es que tienden a hacerse menos eficaces después de algunos años de uso. Este deterioro gradual de la acción de los pesticidas requiere el empleo de cantidades de pesticidas cada vez mayores para conseguir el mismo efecto.

Una **mutación** es una alteración o cambio en la información genética (fenotipo) de un ser vivo y que, por lo tanto, va a producir un cambio en una o varias características, este cambio se presenta espontáneamente y se puede transmitir o heredar a la descendencia.



**El carácter de la adaptación genética.** La química de las plantas y los animales cambian como resultado de las **mutaciones** de sus células reproductoras. Este mecanismo al azar ha permitido a los insectos adaptarse a su medio ambiente durante millones de años, y es este proceso el que protege a los insectos de los pesticidas. Esta inmunidad genética a los hidrocarburos clorados constituye un problema sumamente grave.

La resistencia de los insectos a los venenos es un grave problema por si mismo, pero puede complicarse si la plaga adquiere resistencia y varios depredadores no. Ventajas biológicas:

1. Los insectos causantes de plagas suelen ser mas pequeños y se reproducen con mayor frecuencia que sus depredadores.
2. Los depredadores ingieren una dieta más rica en pesticida que la de las plagas originales.
3. En un ecosistema hay siempre menos depredadores que herbívoros (incluidos los que constituyen plagas)

**b) Los hidrocarburos clorados se degradan lentamente.**

La mayoría de los compuestos químicos que se encuentran en estado natural son biodegradables. La **biodegradabilidad** es un fenómeno que se ha desarrollado con la evolución de las especies; si hay energía o materia prima susceptible de ser liberada por medio de la desintegración de la molécula de un compuesto, entonces se ha desarrollado algún organismo adaptado al nicho correspondiente y es capaz de servirse de dicho compuesto. Los hidrocarburos clorados se descomponen lentamente en la naturaleza, y muchos tienen una media vida de descomposición de 10 a 15 años.

El peligro de altas concentraciones de veneno en el suelo resulta del hecho de que la tierra fértil contiene mucha materia viva. Contiene hasta un millón de millones de bacterias, doscientos millones de hongos, 25 millones de algas y 15 millones de protozoarios, y además gusanos, insectos y ácaros, estos organismos son vitales para una fertilidad proseguida. Fijan el nitrógeno, descomponen la piedra y ponen en esta forma minerales a disposición de las plantas, retienen la humedad, ventilan el suelo y realizan los procesos fundamentales de la desintegración. Sin estos organismos, las plantas de arriba del suelo morirían.

**c) Los hidrocarburos clorados son solubles en grasa.**

Cuando dos sustancias se ponen en contacto una con otra, podrán mezclarse tan íntimamente que sus moléculas individuales se dispersen unas en otras. Semejante mezcla se designa con el nombre de **solución** y de las dos sustancias se dice son solubles una en otra. Por ejemplo, si 10g de sal se agitan con 100g de agua, la mezcla resultante es una verdadera solución está tan íntimamente mezclada, que es igualmente salada en todos sus puntos. No todas las mezclas se comportan en esta forma.



Por ejemplo, después de mezclarse aceite y agua se observan dos capas distintas, el aceite arriba y el agua abajo. Se dice de las dos sustancias que son **insolubles** una en otra. Las sustancias que son mutuamente solubles tienen cierta semejanza química y cierta afinidad una por otra, y de aquí que sea generalmente difícil separarlas.

Los hidrocarburos clorados son solubles en grasas pero insolubles en agua o sangre. Si pequeñas cantidades de estas penetran en el cuerpo, se concentran en el tejido graso y no pueden ser arrastradas muy eficazmente por la sangre. Así pues, las concentraciones de pesticidas se van acumulando en los organismos de los animales.

Una manifestación de las primeras etapas de envenenamiento por DDT es la incapacidad de metabolizar apropiadamente el calcio. En las aves, esto ha conducido a la producción de huevos de cáscara delgada.

Características importantes de los pesticidas: **Toxicidad, Estabilidad y Solubilidad en grasas**

### **Otros métodos de combate de plagas**

#### **a) Empleo de pesticidas de vida corta.**

Algunas clases de pesticidas, tales como los fosfatos orgánicos, se descomponen en la naturaleza en un tiempo de días o semanas. Ofrecen grandes ventajas, porque estos materiales presentan una menor tendencia a propagarse y moverse a lo largo de las cadenas de alimento. Son venenos no selectivos, transforman también el ecosistema, al destruir a los enemigos naturales de las plagas combatidas.

#### **b) Empleo de enemigos naturales de los insectos: depredadores, bacterias o parásitos**

La importancia de los depredadores, podría constituir una medida eficaz de control. Este tipo de control es específico de la especie en cuestión y no afecta seriamente el resto del ecosistema.

#### **c) Técnica de esterilización.**

El gusano brincador constituye una plaga importante del ganado. Un programa para criar machos de mosca del gusano brincador, es esterilizarlas mediante radiación y soltar las crías en sus medios naturales. Las hembras de los machos irradiados no pueden poner huevos. Esta técnica es específica de una plaga determinada y no trastorna, el ecosistema entero. Además no se distribuye con ella sustancias químicas venenosas.

#### **d) El empleo de hormonas de insectos.**

Mientras un insecto se encuentra en la etapa larval produce continuamente una hormona específica de la especie, cuando cesa el flujo de esta hormona, el animal



se metamorfosea a la etapa adulta. Ahora bien, rociando insectos con la hormona juvenil particular de su propia especie, los científicos han logrado inhibir las metamorfosis; y puesto que los insectos no pueden sobrevivir y aparearse como larvas, dichas aplicaciones de rociado acaban siendo mortales.

**e) Elementos atrayentes sexuales**

En muchas especies de insectos, la hembra emite una pequeña cantidad de elemento atrayente sexual químico cuando esta lista para aparearse. Los machos siguen el olor hasta su origen, utilizando estos elementos sexuales atrayentes como cebo en trampas, lleva a los machos a la muerte.

**f) Empleo de cepas resistentes de cultivos.**

Algunas plantas son naturalmente resistentes a las plagas, porque sintetizan su propio insecticida. Un caso es la producción de una diversidad de alfalfa que es resistente al gorgojo de esta planta.

**g) Controles culturales**

Una solución al problema de la plaga consiste en cultivar plantas en campos pequeños, con especies distintas cultivadas en campos colindantes, sin embargo esta técnica es menos eficiente que la de plantar grandes campos semejantes.

Todo método de combate de plagas y el hecho de no combatir las igualmente presentan tanto ventajas como inconvenientes. Lo importante es no trastornar los equilibrios naturales ni destruir la capacidad futura de la tierra para producir.



## UNIDAD II DESECHOS RADIATIVOS. CONTAMINACIÓN DEL AIRE

### Módulo 5 La radiactividad

#### OBJETIVO:

Definir los términos, núcleo atómico, número atómico, número de masa, isótopo, elemento químico; conocer el proceso de desintegración radiactiva y el concepto de vida media.

#### Fundamentos de la estructura atómica

La **masa** es la propiedad fundamental de la materia, se concibe a la masa de una muestra como la cantidad de materia que contiene.

También los átomos tienen masa, la masa atómica se expresa por medio de números enteros llamados **números de masa**. El número de masa del oxígeno se define como el número entero más cercano de 15.99 es decir 16.

La materia tal como se conoce en la tierra está concentrada en núcleos atómicos.

El **Núcleo atómico**. Es la porción central del átomo, alrededor de la cual se distribuyen los electrones. El núcleo de un átomo contiene casi la totalidad de la masa atómica y está formado principalmente por nucleones: protones (tantos como indica el número atómico del elemento) y neutrones.

La masa en cualquier muestra de materia está concentrada en **núcleos atómicos**.

El **Átomo** es una reunión de unidades fundamentales que constan de partículas eléctricamente negativas, positivas y neutras. Estas partículas son respectivamente **electrones, protones y neutrones**.

El núcleo del átomo contiene los **protones y los neutrones** y, por consiguiente, toda la carga positiva y prácticamente toda la masa.

Los **electrones** del átomo contienen toda la carga negativa y están dispersados por la mayor parte del espacio, pero contienen una parte muy pequeña de la masa. El átomo contiene un número igual de **protones y electrones**; así pues, es eléctricamente neutro.

**Número atómico**. Es el número de protones que componen el núcleo del átomo. Así, el hidrógeno (símbolo H), que es el átomo utilizado en la fusión nuclear, tiene un número  $Z=1$ , pues solamente dispone de un protón en su núcleo. De hecho, el hidrógeno es el elemento químico más sencillo -y a la vez más abundante en la naturaleza.

El **peso** de un cuerpo está determinado por su masa. El **número de masa**. Es el número de protones más el número de neutrones en el núcleo.



Un **elemento químico**. Es una sustancia que consta de átomos del mismo número atómico. Todas las sustancias están compuestas de elementos. Cada elemento tiene un nombre común y está representado por una o dos letras.

**Isótopo**. Un mismo tipo de átomo puede tener en su núcleo distinto número de masa. A cada variedad se le llama isótopo. Por ejemplo  $^{12}\text{C}$  y  $^{14}\text{C}$  son isótopos de carbono. Los isótopos tiene la misma capacidad para combinarse.

### Radiactividad

Se llama radiactividad a la actividad de los cuerpos que se desintegran emitiendo diversas radiaciones. Algunas sustancias son radiactivas al bombardearlas con partículas diminutas.

Siempre que un cuerpo radiactivo se desintegra, emite radiaciones. Al desintegrarse va liberando energía y lanzando partículas diminutas. Si el cuerpo sigue siendo radiactivo tras esa liberación, se desintegra de nuevo, dejando escapar mas radiactividad. Tras una serie de desintegraciones, deja de ser radiactivo y se dice que es estable.

Entre los elementos radiactivos se encuentran el **uranio**, el **radio** y el **torio**. El **radón** en forma de gas radiactivo, proviene del radio y se encuentra en el aire que se respira y tiene un papel muy destacado en la radiación a la que esta expuesto el hombre.

**Radioisótopos**. Son elementos con núcleos inestables naturales o artificiales generados en reactores nucleares y en aceleradores de partículas. Estos elementos radiactivos se obtienen bombardeando núcleos de elementos estables con neutrones o con partículas cargadas.

Algunos de estos núcleos inestables se encuentran sobre la tierra al estado natural, mientras que otros han sido elaborados por el hombre. Un ejemplo de radioisótopo que se encuentra en estado natural es el radio 226 o  $^{226}\text{Ra}$ . La radiactividad natural fue descubierta accidentalmente por el francés **Henri Becquerel** encontró que los minerales de uranio emiten una radiación algo parecida a la de los rayos X.

Cuando se descompone un radioisótopo queda atrás un nuevo átomo. En algunos casos, el átomo subsiguiente es estable en tanto que en otros es radiactivo. Por ejemplo, el núcleo del **radio 226** se descompone para producir una partícula positiva y un nuevo elemento, el **radón 222** que es un gas radiactivo.



El radón 222 se descompone también para producir una **partícula alfa** y además otro radioisótopo, el **polonio 210**, las desintegraciones siguen siete pasos mas, hasta formarse un isótopo estable, el plomo **206** o  $^{206}\text{Pb}$ .



El concepto de **vida media** se aplica a los radioisótopos. Un núcleo de un átomo de índice  ${}^{226}\text{Ra}$  tiene 50 probabilidades contra 50 de sobrevivir en un intervalo determinado de 1600 años. Esto significa que la media vida de  ${}^{226}\text{Ra}$  es de 1600 años. Por consiguiente, si se colocaba 1 kg de  ${}^{226}\text{Ra}$  en un recipiente en 1971, solo quedaría medio gramo después de 1600 años en el año 3571, y únicamente un cuarto de gramo después de otros 1600 años, en el año 5171, y así sucesivamente. Este proceso se designa **desintegración radiactiva**.

La radiación que llega a la tierra del espacio exterior se designa como **radiación de fondo**. Se ha observado que la radiación acelera el proceso de la mutación genética.

### Desintegración radiactiva

Los núcleos están compuestos por protones y neutrones, que se mantienen unidos por la denominada fuerza fuerte. Algunos núcleos tienen una combinación de protones y neutrones que no conducen a una configuración estable. Estos núcleos son inestables o radiactivos. Los núcleos inestables tienden a aproximarse a la configuración estable emitiendo ciertas partículas. Los tipos de desintegración radiactiva se clasifican de acuerdo a la clase de partículas emitidas.

**Desintegración alfa:** El elemento radiactivo de número atómico  $Z$ , emite un núcleo de Helio (dos protones y dos neutrones), el número atómico disminuye en dos unidades y el número másico en cuatro unidades, produciéndose un nuevo elemento situado en el lugar  $Z-2$  de la Tabla Periódica.

**Desintegración beta:** El núcleo del elemento radiactivo emite un electrón, en consecuencia, su número atómico aumenta en una unidad, pero el número másico no se altera. El nuevo elemento producido se encuentra el lugar  $Z+1$  de la Tabla Periódica.

**Desintegración gamma:** El núcleo del elemento radiactivo emite un fotón de alta energía, la masa y el número atómico no cambian, solamente ocurre un reajuste de los niveles de energía ocupados por los nucleones.

Una **serie radiactiva** es un conjunto de núcleos radiactivos que derivan del mismo núcleo inicial pero que, por desintegraciones consecutivas, conducen a un mismo núcleo que resulta estable.



## Como ha producido el hombre mas materia radiactiva

Lord Rutherford y Frederick Soddy fueron los primeros en afirmar en 1902, que la desintegración radiactiva se traduce en el cambio de átomos de un elemento en átomos de otro elemento. Rutherford produjo transmutaciones artificialmente, exponiendo partículas alfa para producir oxígeno  $O^{17}$ . Irene y Frederic Jolio Curie bombardearon boro con partículas alfa y produjeron nitrógeno 13, que es radiactivo. El  $^{13}N$  fue el primer radioisótopo producido artificialmente.

Una serie de pasos en un proceso que tiene lugar uno después de otro, en sucesión, se designa como **proceso de cadena o reacción en cadena**.

La producción de la bomba atómica y de reactores nucleares dependen de reacciones en cadena. El proceso se inicia cuando un neutrón pega contra un núcleo de  $^{235}U$ . El núcleo de  $^{235}U$  es partido aproximadamente en dos por estas reacciones. Esto se designa como **fisión atómica o nuclear**. La fisión libera una cantidad considerable de energía.

## Como afecta la radiactividad aumentada a la vida sobre la tierra

Los isótopos del mismo elemento tiene, para todos los efectos prácticos, la misma química. El yodo es utilizado en la glándula tiroides, en el cuello del hombre. Este yodo forma parte de la **tiroxina**, regulador químico básico del crecimiento, cuya fórmula es  $C_{15}H_{11}O_4NI_4$ . El yodo natural, que proviene de fuentes como los mariscos, es prácticamente todo  $^{127}I$ , esto es, un isótopo estable (no radiactivo).

El yodo radiactivo es un producto de la fisión nuclear. Uno de los radioisótopos es  $^{131}I$ .

La glándula tiroides responde a la composición química del yodo, no a su nuclear; no distingue la diferencia entre  $^{127}I$  y  $^{131}I$ . Si el radioisótopo se encuentra en el alimento del hombre, hallará su camino hacia la tiroxina.

El efecto de la radiactividad sobre la vida depende de dos factores:

- a) De la clase de radiactividad presente (la intensidad y los tipos de rayos producidos),
- b) De la química de los radioisótopos que influyen sobre la traslación de estos y, especialmente sobre su traslación a lo largo de las cadenas de alimentos.

La alta energía que acompaña la radiactividad produce cambios químicos. Estos cambios incluyen alteraciones de las células vivas y son prácticamente siempre nocivos. Las grandes dosis pueden ser fatales para el hombre. Los pocos organismos dañados por esta radiación no sobreviven a la competencia con los que no han sido dañados y, por consiguiente, mueren.

La radiación puede afectar cualquier parte del organismo humano. La radiactividad perjudica la sangre destruyendo leucocitos mediante la lesión de la médula ósea, el bazo y los nódulos linfáticos. Otros efectos por grandes dosis de radiación, son



los tumores pulmonares, cáncer de la piel, daño en los huesos, esterilidad y cataratas (enturbiamiento del cristalino del ojo).

La radiación intensa puede dañar el núcleo de una célula individual. Una célula dañada, o una de sus descendientes, pueden convertirse en cancerosa.

El **estroncio 90**,  $^{90}\text{Sr}$ . Este isótopo es un producto de desecho de la fisión radiactiva, con una vida media de aproximadamente 27 años. El **estroncio** radiactivo se comporta, químicamente, de forma similar al **calcio**, que constituye un elemento importante en los huesos humanos. En los mamíferos, el calcio es transmitido a las crías por la leche de la madre. La leche es una fuente importante de calcio. Los herbívoros, como las vacas, obtienen su calcio de la materia vegetal de sus alimentos. Si una vaca padece en una zona contaminada por la lluvia radiactiva, el  $^{90}\text{Sr}$  será transportado juntamente con el calcio y se acumulará en los huesos de la vaca y en su leche.

El líquen ártico, es una planta que obtiene su alimento mineral directamente de las partículas de polvo que se depositan sobre ella. Esta es la razón de que el líquen reúna el polvo de la lluvia radiactiva de modo particularmente eficiente. El caribú emigra al norte hacia la tundra, en donde sus manadas recorren vastas extensiones en busca de líquen, que se convierte en un elemento importante de su dieta. Los esquimales comen caribú, en ocasiones como alimento único, y así, pues, en la cima de la cadena de alimentos reciben la radioactividad más concentrada.

## Principales isótopos radiactivos

- **Plutonio**  $^{239}\text{Pu}$  y  $^{241}\text{Pu}$
- **Uranio**  $^{235}\text{U}$  y  $^{238}\text{U}$
- **Curio**  $^{242}\text{Cm}$  y  $^{244}\text{Cm}$
- **Americio**  $^{241}\text{Am}$
- **Torio**  $^{234}\text{Th}$
- **Radio**  $^{226}\text{Ra}$  y  $^{228}\text{Ra}$
- **Cesio**  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{135}\text{Cs}$  y  $^{137}\text{Cs}$
- **Yodo**  $^{129}\text{I}$ ,  $^{131}\text{I}$  y  $^{133}\text{I}$
- **Antimonio**  $^{125}\text{Sb}$
- **Rutenio**  $^{106}\text{Ru}$
- **Estroncio**  $^{90}\text{Sr}$
- **Criptón**  $^{85}\text{Kr}$  y  $^{89}\text{Kr}$
- **Selenio**  $^{75}\text{Se}$
- **Cobalto**  $^{60}\text{Co}$
- **Cloro**  $^{36}\text{Cl}$
- **Carbono**  $^{14}\text{C}$
- **Tritio**  $^3\text{H}$



## Módulo 6

### La energía nuclear

#### OBJETIVO:

Conocerá el funcionamiento de las partes principales de un reactor nuclear, los métodos de seguridad que se emplean en las plantas de energía nuclear. Y analizará el caso de la presencia de estroncio radiactivo en la leche.

#### Reactores nucleares y métodos de eliminación de desechos

Es una instalación física donde se produce, mantiene y controla una reacción nuclear en cadena. Por lo tanto, en un reactor nuclear se utiliza un combustible adecuado que permita asegurar la normal producción de energía generada por las sucesivas fisiones. Algunos reactores pueden disipar el calor obtenido de las fisiones; otros, sin embargo, utilizan el calor para producir energía eléctrica.

**La fisión nuclear** es la base del desarrollo de la energía nuclear, cuando un núcleo de uranio 235 es bombardeado con neutrones, aun de baja energía, se produce una violenta inestabilidad que hace que el núcleo se divida en dos fragmentos aproximadamente iguales. Una reacción nuclear en cadena es posible porque aparte de los dos fragmentos liberados se emiten neutrones y en este caso particular del uranio 235 los neutrones son suficientes como para causar una nueva fisión

El fenómeno de la fisión del uranio fue descubierto en Berlín por Hahn y Strassmann.

El reactor nuclear que produce energía tiene las siguientes características:

- a) **Un medio de controlar los neutrones.** Un exceso de neutrones representan el peligro de una reacción en cadena incontrolada. El control del número de neutrones se efectúa por medio de barras absorbentes de neutrones que contienen cobalto o boro. El control de la energía de los neutrones, que influyen sobre la velocidad de las reacciones que experimentan, es efectuado por el **moderador**, esto es, una sustancia que hace los neutrones más lentos, pero sin absorberlos.
- b) **Una manera de extraer la energía calorífica producida.** La energía obtenida en los procesos del reactor ha de transferirse a un líquido circulante. El calor de este líquido se utiliza a continuación para convertir el agua en vapor en un **transformado de calor o condensador**, que mueve turbinas para producir electricidad.
- c) **Un medio de contener y eliminar los desechos radiactivos.** El uranio representa el combustible, se coloca en el reactor en forma de cartuchos largos y delgados. Son recubiertos de acero inoxidable o de otras aleaciones. Cuando se



ha acumulado una cantidad suficiente de impurezas, los desechos están más concentrados, son más radiactivos y, por consiguiente más peligrosos.

El método de eliminación implica una serie complicada de operaciones. Inicialmente están demasiado caliente para manipular (están calientes en dos formas: son altamente radiactivos y hierven a causa de energía liberada por ellos mismos), se concentran, se convierten en forma sólida, se transportan de un lugar u otro. La eliminación última consiste en colocar los desechos enfriados, concentrados y solidificados, en una mina de sal o cueva de sal abandonada por miles de años.

**d) Un conjunto general de procedimientos de seguridad para protegerse contra las liberaciones accidentales de material radiactivo.**

El criterio de seguridad utilizado por la industria de la energía nuclear es que una triple capa de defensa hace todo accidente grave casi inconcebible.

**La primera línea.** La defensa consiste en la incorporación de factores de seguridad en el diseño básico, la construcción y el funcionamiento del reactor. Se refiere a los mecanismos que refrigeran el núcleo del reactor.

**La segunda línea.** Consiste en un sistema de energía del que dependen las medidas de urgencia, si estos fallaran a su vez, cabe utilizar una fuente de energía de fuera. Y si esta fallara también, generadores de diesel o turbinas de gas sobre el lugar pueden hacerse cargo.

**La tercera línea.** Es una estructura masiva de contención, consiste en un alojamiento grueso, impermeable al vapor y reforzado, de concreto, que protege el reactor y los generadores de vapor. Esta barrera está concebida para resistir terremotos y huracanes y para contener toda las materias que pudieran ser liberadas en el interior.



## Módulo 7 Contaminación del aire

### OBJETIVO:

Conocerá el fenómeno conocido como contaminación del aire, la diferencia de aire puro y aire contaminado, los contaminantes naturales del aire, contaminante primario y contaminante secundario, contaminantes gaseosos, y las partículas contaminantes.

### Contaminación del aire

El aire es indispensable para la vida sobre la tierra. La adición de materia indeseable transportada por el aire, como el humo, cambia la composición de la atmósfera de la tierra, perjudicando posiblemente la vida y alterando materiales, este fenómeno atmosférico se denomina **contaminación del aire**.

### Partes por millón (PPM)

La concentración de una sustancia es la cantidad de la misma en un volumen determinado de espacio o en una cantidad dada de otra materia. Las concentraciones de los gases del aire suelen expresarse en razones o volúmenes,

Para determinar la concentración de una sustancia química en un volumen se utilizan las partes por millón de partes iguales. Cada millonésima parte de este volumen, correspondiente a la sustancia de interés, se considera una parte por millón de la sustancia.

Las ppm se utilizan para determinar concentraciones muy pequeñas de gases en la atmósfera.

1 ppm significa una parte por millón, o un volumen de  $\text{SO}_2$  en un millón de volúmenes de aire contaminado. Al tratar con concentraciones más pequeñas todavía, se utiliza la expresión partes por 1000 millones, o ppb, lo que significa volúmenes de contaminante por 1000 millones (o un billón de volúmenes de aire).

Los gases son sustancias dispersas en el aire como moléculas individuales. En los gases a temperatura y presión constante, los volúmenes ocupados son directamente proporcionales al número de moléculas contenidas. Por consiguiente decir que hay 1 ppm de  $\text{SO}_2$  en el aire significa que una molécula entre un millón es una molécula de  $\text{SO}_2$ .

No todos los contaminantes del aire son gases algunos son partículas sólidas o pequeñas gotas líquidas transportadas por el aire, que son cuerpos mucho más grandes que las moléculas individuales.

### Aire puro y contaminado

El elemento componente más variable del aire es el vapor de agua, o humedad cuya concentración puede variar en un desierto, aproximadamente 5 por 100 en una selva cálida.



El aire puro es una mezcla gaseosa de seis componentes: el nitrógeno, oxígeno, gases inertes, bióxido de carbono, metano e hidrógeno.

### Contaminantes Naturales del Aire

Fuente	Contaminantes
Volcanes	Óxidos de azufre, partículas
Fuegos forestales	Monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas
Vendavales	Polvo
Plantas (vivas)	Hidrocarburos, polen
Plantas ( en descomposición)	Metano, sulfuro de hidrógeno
Suelo	Virus, polvo
Mar	Partículas de sal
Radiación solar	Ozono

### Composición gaseosa del aire seco natural

	Gas	Concentración en volumen	
		ppm	porcentaje
Aire puro	Nitrógeno N <sub>2</sub>	780900	78.09
	Oxígeno O <sub>2</sub>	209400	20.94
	Gases inertes, argón 9300ppm, neón 18 ppm, helio 5 ppm, criptón y xenón 1ppm de cada uno	9325	0.93
	Bióxido de carbono, CO <sub>2</sub>	315	0.03
	Metano, CH <sub>4</sub>	1	
	Hidrógeno H <sub>2</sub>	0.5	
	Contaminantes Naturales	Oxidos de nitrógeno N <sub>2</sub> O 0.5 ppm y NO <sub>2</sub> 0.02 ppm Ozono O <sub>3</sub>	0.52 0.02

### La acidificación del medio

Se entiende por acidificación del medio ambiente la pérdida de la capacidad neutralizante del suelo y del agua, como consecuencia del retorno a la superficie de la tierra en forma de ácidos de los óxidos de azufre y nitrógeno descargados a la atmósfera.

La amplitud e importancia de la acidificación del medio es debida, principalmente, a las grandes cantidades de óxidos de azufre y de nitrógeno lanzados a la atmósfera, siendo de destacar que del total de las emisiones de SO<sub>2</sub> en el globo



terrestre, aproximadamente la mitad son emitidas por las actividades humanas (antropogénicas) y que la mayor parte de éstas se producen en las regiones industrializadas del Hemisferio Norte que ocupan menos del 5% de la superficie terrestre.

### **La disminución del espesor de la capa de ozono**

Uno de los grandes problemas causados por las reacciones que tienen lugar entre los contaminantes de la atmósfera es el de la disminución de la capa de ozono de la estratosfera como consecuencia de la descarga de determinadas sustancias a la atmósfera.

El ozono contenido en la estratosfera se puede descomponer a través de una serie de reacciones cíclicas en las que intervienen radicales que contienen hidrógeno y nitrógeno. El ozono se puede descomponer también por absorción de radiación ultravioleta, produciendo oxígeno atómico y molecular.

### **Contaminantes gaseosos del aire**

Las clases principales de contaminantes gaseosos y algunos importantes compuestos individuales..

#### **a) Óxidos de carbono.**

**El bióxido de carbono,  $\text{CO}_2$** , es un componente normal del aire y parte del ciclo del carbono de la biosfera; por consiguiente, se le considera por regla general como contaminante. El quemar carbón, petróleo y gas natural como combustible produce grandes cantidades de  $\text{CO}_2$ .

Las moléculas de bióxido de carbono a diferencia de los demás componentes del aire puro, poseen la propiedad de absorber la radiación infrarroja del sol. Por consiguiente, cuanto más  $\text{CO}_2$  haya en la atmósfera, tanto más calor puede ésta absorber. Una de las consecuencias posible más graves sería el derretirse los casquetes de hielos polares, con la inundación consiguiente de vastas áreas costeras en todo el globo.

**Monóxido de carbono  $\text{CO}$** , no es un componente del aire seco normal, sino un producto de la combustión incompleta de carbón o de compuestos de carbón.

Este gas, aunque sea incoloro, inodoro y no irritante, es muy tóxico. La fuente principal de  $\text{CO}$  a la que la gente se halla expuesta en la atmósfera al aire libre es el escape de los automóviles. La concentración máxima permisible en la industria, para trabajadores sanos, en una jornada de ocho horas, es de 50ppm. Una concentración de 1000 ppm puede producir pérdidas de conocimiento en una hora y la muerte en cuatro horas.

#### **b) Compuestos que contienen **carbono e hidrógeno, o carbono, hidrógeno y oxígeno.****



La primera categoría carbono e hidrógeno es la clase de los **hidrocarburos**. El otro grupo carbono, hidrógeno y oxígeno, se designan en ocasiones como hidrocarburo **oxigenados**, o solamente oxigenados, incluye varias clases, tales como los alcoholes y los ácidos orgánicos. Estas sustancias son introducidas en la atmósfera por la combustión incompleta de combustibles que contienen carbono, juntamente con el monóxido de carbono.

La evaporación de líquidos, como la que resulta de la manipulación de gasolinas o del rociado de pintura, contribuye a esta contaminación. Algunos de estos materiales son carcinogénicos, algunos son irritantes o malolientes, algunos experimentan cambios químicos en la atmósfera para producir otros contaminantes, y algunos son inofensivos.

### c) **Compuestos que contienen azufre.**

Los óxidos importantes del azufre son el bióxido de azufre,  $\text{SO}_2$  y el trióxido de azufre,  $\text{SO}_3$ . desde el punto de vista de los efectos dañinos sobre el hombre y de las dificultades que presentan la preservación de su descarga en la atmósfera el  $\text{SO}_2$  es probablemente el contaminante del aire individual mas significativo.

Puesto que el azufre se halla presente en el carbono y en el petróleo, la combustión de estos materiales para obtener calor y energía produce  $\text{SO}_2$ .

El otro óxido importante del azufre,  $\text{SO}_3$  se produce en la atmósfera por oxidación de  $\text{SO}_2$  bajo la influencia de la luz solar. La humedad del aire reacciona rápidamente con  $\text{SO}_3$  para formar una niebla de ácido sulfúrico.

Cuando tienen lugar conversiones de esta clase, el material inicialmente introducido en la atmósfera se designa **contaminante primario del aire** los nuevos materiales producidos por reacción química en el aire se designa como **contaminante secundario del aire**.

El ácido sulfúrico es un ácido muy fuerte, corrosivo, que destruye el tejido viviente, los calcetines de nailon y los monumentos de mármol.

Otro compuesto importante que contiene azufre es el sulfuro de hidrógeno,  $\text{H}_2\text{S}$ , que tiene el olor a huevo podrido. Ennegrece los colores de base de plomo y es mas venenoso que el monóxido de carbono. El  $\text{H}_2\text{S}$  no es un contaminante abundante, como el  $\text{SO}_2$  o los hidrocarburos.

### d) **Compuestos que contienen nitrógeno**

Los óxidos importantes de nitrógeno que se encuentran en el aire como contaminante son el óxido de nitrógeno,  $\text{NO}$  y el bióxido de nitrógeno,  $\text{NO}_2$ . los dos son producidos por cualquier proceso de combustión que tenga lugar en el aire.

El gas de escape de los autos constituyen una fuente significativa de óxido de nitrógeno el  $\text{NO}_2$ , por que todos los demás óxidos de nitrógeno se convierten en  $\text{NO}_2$  en el aire. Los efectos del  $\text{NO}_2$  sobre el hombre van desde un olor desagradable y una irritación moderada a una congestión pulmonar grave y a la



muerte, según la concentración del  $\text{NO}_2$  y la duración de la exposición. Las concentraciones de  $\text{NO}_2$  en el aire exterior contaminado no suelen ser suficientemente altas para producir efectos tóxicos, pero pueden producir o contribuir a producir efectos crónicos, por lo regular, en forma de enfermedades de las vías respiratorias.

Algunos compuestos orgánicos de nitrógeno, llamados **aminas**, son fuertemente malolientes y huelen a pescado podrido.

### Contaminación del aire por partículas

**Partículas viables.** Estas comprenden los granos de polen, microorganismos como las bacterias, los hongos o las esporas, e insectos o partes de insectos, tales como pelos, alas y piernas. Las partículas visibles son causantes de muchos efectos perjudiciales para el hombre, incluidas las fiebres del heno, algunas formas de asma bronquial, diversas infecciones por hongos y enfermedades bacterianas transportadas por el aire.

**Partículas no viables.** Este grupo comprende una gran cantidad de materiales, algunos de fuentes naturales y otros resultantes de actividades del hombre. Los materiales naturales incluyen la arena y partículas de tierra, gotas saladas cerca de la orilla del mar, polvo volcánico e inclusive partículas de origen extraterrestre.

Los contaminantes en partículas producidas por el hombre incluyen tanto materia orgánica como inorgánica. La materia orgánica en partículas es una forma de humo proveniente de la combustión de carbón, petróleo, madera y basura. Otras partículas orgánicas transportadas por el aire son los polvos, insecticidas y algunos productos liberados por la elaboración de alimentos y la manufactura química.

Las actividades metalúrgicas más significativas son las que intervienen en la producción de hierro y acero, cobre, plomo, cinc y aluminio. La descarga en la atmósfera en cualquier proceso metalúrgico no es el metal puro mismo, sino uno o más de sus compuestos, algunos de los cuales podrían ser venenosos para los organismos vivos. Los productos minerales no metálicos comprenden cemento, vidrio, cerámica y asbesto.

El plomo se utiliza como agente antidetonante, en la gasolina, en forma de un compuesto orgánico, el tetraetilplomo o tetrametilplomo. Estos compuestos se mezclan con algunos hidrocarburos simples, clorados o bromados, antes de añadirse a la gasolina.



## Módulo 8

### Efectos y control de la contaminación del aire

#### OBJETIVO:

Conocer los principales métodos de separación y conversión, para el control de los contaminantes atmosféricos. Establecer la diferencia entre “Adsorción y Absorción; y describir algunos métodos de control de la contaminación del aire por compuestos de azufre.

#### Efectos de la contaminación del aire

##### a) Efectos sobre la atmósfera

El primer efecto perceptible de la contaminación del aire es que la visión se hace más difícil. La reducción de la visibilidad es causada por la dispersión de la luz, debido a pequeñas partículas en el aire; la reducción más pronunciada es producida por partículas entre 0.5 y 1 micrómetro de diámetro. Los contaminantes pueden afectar también mecanismos meteorológicos, tales como la formación de niebla y al reducción de la cantidad de luz solar que llega a la tierra.

##### b) Daños causados a la vegetación

La contaminación del aire ha causado daños extensos a árboles, frutos, hortalizas y flores de adorno. Los fluoruros resultan actuar como veneno acumulativo para las plantas, causando la ruina del tejido de las hojas. El smog fotoquímico blanquea y verifica las espinacas, la lechuga, el cardo, la alfalfa, el tabaco y otras plantas de hoja. El etileno, hidrocarburo que se encuentra en los gases de escape de los automóviles y los motores diesel, hace que los pétalos de los claveles se encrespen hacia adentro y destruye las orquídeas decolorando y secando sus sépalos.

##### c) Efectos directos sobre el hombre

Los efectos sobre la salud pueden adoptar diferentes formas.

1. Enfermedad aguda, susceptible a causar la muerte.
2. Enfermedad crónica, como bronquitis crónica, enfisema pulmonar o asma. Las relaciones precisas entre estas enfermedades y la contaminación del aire resulta a veces muy difícil de establecer, en muchos casos podrá haber más de una causa
3. Síntomas desfavorables generales e irritaciones, incluidos malestar general, estado nervioso, irritación de ojos y reacciones a los olores ofensivos.

##### d) Daños causados a los animales

El efecto del fluoruro, que es el mas grave proviene de la precipitación de diversos compuestos de fluoruro sobre el forraje. La ingestión de estos contaminantes por el ganado produce una calcificación anormal de los huesos y los dientes, llamada **fluorosis**.



### e) Deterioro de materiales

Los contaminantes acidificados son los causantes de muchos efectos perjudiciales, tales como la corrosión de metales y el debilitamiento o la desintegración de textiles, papel y mármol. El sulfuro de hidrógeno,  $H_2S$ , empaña la plata y ennegrece las pinturas a base de plomo de los interiores. El ozono produce grietas en caucho. Los contaminantes en partículas, arrastrados a grandes velocidades por el viento, produce una erosión destructiva de las superficies de las construcciones.

### Control de la contaminación del aire

Hay dos clases generales de métodos para controlar la contaminación en el punto de origen:

- a) separar los contaminantes de los gases inofensivos y eliminarlos en alguna forma diferente a la descarga en la atmósfera;
- b) convertir los contaminantes en alguna forma de productos inoocuos que puedan descargarse en la atmósfera.

### El control de los contaminantes por separación

**Filtro de bolsa.** La materia en partículas se deja retener en medios porosos (filtros) que dejan pasar el gas. Tales separaciones son posibles, porque las partículas son mucho más grandes que las moléculas de gas, los filtros son a menudo en forma de bolsas cilíndricas, parecidas a calcetines gigantes, y las partículas recogidas se vacían periódicamente por sacudida.

**Colector de ciclón.** Las partículas más pesadas poseen inercia. Por consiguiente, si una corriente de gas que contiene contaminantes en partículas se hace girar en remolinos, las partículas podrán ser expulsadas a lugares de donde se las pueda eliminar cómodamente.

**Precipitador electroestático.** Las partículas pueden también estar cargadas eléctricamente, y una superficie colectora que lleve una carga de signo contrario las atraerá. Se utilizan en gran escala, sobre todo para reducir el humo de las plantas de energía que queman combustibles fósiles.

**Depurador.** Algunos gases contaminantes podrán ser acaso más solubles en un líquido determinado (por regla general el agua) de lo que es el aire; los aparatos que realizan semejante separación se designan como depuradores. Los medios de establecer contacto entre el gas y el líquido incluyen el rociado del líquido en el gas y el burbujeo del gas a través del líquido. El amoníaco  $NH_3$ , constituye un ejemplo de gas soluble en agua que se deja extraer de una corriente de aire. Las moléculas gaseosas se adhieren a superficies sólidas. Se dice que el gas está adsorbido en el sodio. **Adsorbido** significa retenido sobre la superficie de una sustancia, y es distinto de **absorbido**, que significa retenido en el interior de una sustancia.



**El carbono activado.** Se hace a partir de elementos naturales que contienen carbono, preferentemente duros, tales como las cáscaras de coco o huesos de durazno, carbonizándolos y haciéndolos reaccionar con vapor a temperaturas muy altas. El material resultante es capaz de retener aproximadamente, en muchas aplicaciones de purificación del aire, el 10 por 100 de su peso de materia adsorbida. Por otra parte, la materia adsorbida puede recuperarse del carbón y, si es valiosa puede hacerse circular nuevamente en el proceso o producto de lo que había escapado.

### **El control de los contaminantes por conversión**

La conversión más importante de los contaminantes es la oxidación en el aire. La oxidación se aplica las más de las veces a los gases y vapores contaminantes orgánicos y rara la vez a la materia en partículas. Cuando las sustancias orgánicas, que solo contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, se oxidan por completo, los únicos productos son bióxido de carbono y agua, inofensivos ambos.

### **Problemas y controversias relativos al control de la contaminación del aire**

El control de la contaminación del aire por  $\text{SO}_2$  a partir de las fuentes de combustión, sin considerar otras fuentes como las fundiciones, las refinerías de petróleo, las fabricas de ácido sulfúrico, las fundiciones de acero y los volcanes. Al quemar carbón, petróleo o gas natural, (que contienen azufre para producir calor y energía) el azufre contenido en el combustible se oxida en  $\text{SO}_2$  y contamina el aire.

### **Métodos de control**

**Cambiar a otra fuente de energía.** Cabe utilizar energía hidroeléctrica, energía nuclear o energía solar, las fuentes hidroeléctricas son suficientes para el consumo presente. La energía solar es abundante, sin duda, pero no ha sido suficientemente desarrollada todavía. Se podría cambiar a combustibles de contenido de azufre, a un petróleo o gas de bajo contenido.

**Extraer el azufre del combustible antes de quemarlo.** Este método se está investigando, pero aumentaría necesariamente el costo del combustible.

**Extraer el azufre de los gases de escape antes de descargarlo en la atmósfera.** En términos generales, estos sistemas requieren trabajos complicados de ingeniería y aumentaría significativamente el costo de la inversión de la planta de energía.

**Utilizar métodos más eficientes de combustión.** Todo aumento en la eficiencia de la producción de energía significa que se utiliza menos combustible y, por consiguiente, se produce menos  $\text{SO}_2$ . El coche eléctrico es accionado por baterías y es, por consiguiente, prácticamente no contaminante.



**Necesidad de más centrales de energía.** La energía para los automóviles eléctricos no es gratuita. Se traduciría necesariamente en una producción aumentada de las centrales eléctricas, que sería la fuente de energía requerida para la carga de las baterías. Las centrales de energía experimentan actualmente dificultades para satisfacer la demanda especialmente durante la estación de verano. Por otra parte las centrales de energía eléctrica crean su propia contaminación

**Depresión económica en la industria del petróleo.** El resultado sería necesariamente sectores de desempleo y depresión, y el cambio de nueva industria implicaría desplazamientos de población.

**Cambios en los automóviles y en la industrias automotriz.** No es posible manufacturar automóviles eléctricos que tengan potencia suficiente, para parecerse a un automóvil pesado alimentado por gasolina. Los elementos de la batería son caros, podría hacer que los coches eléctricos costaran aproximadamente tanto como los automóviles movidos por gasolina. La industria de accesorios había de cambiar.

**Cambios en las estaciones de servicio.** Las reparaciones mecánicas cederían el paso a las reparaciones eléctricas. Las ventas de gasolina habrían de reemplazarse por servicios de venta, renta, cambio y carga de batería.

**Ventajas de la recirculación.** Permite la recuperación de recursos no renovables, permite volver a utilizar los productos animales de desecho. Contribuye a evitar que se eleven los niveles de contaminación.



## UNIDAD III CONTAMINACIÓN DEL AGUA DESECHOS SÓLIDOS

### Módulo 9 Agua pura y potable

#### OBJETIVO:

Señalar la forma en que se agrupan las moléculas del agua. Conocer el significado de partículas suspendidas, coloides y materia disuelta.

#### Contaminación del agua

Los términos contaminación del agua y contaminación del aire implican ambos la presencia de materia extraña indeseable en una sustancia por lo demás pura y natural.

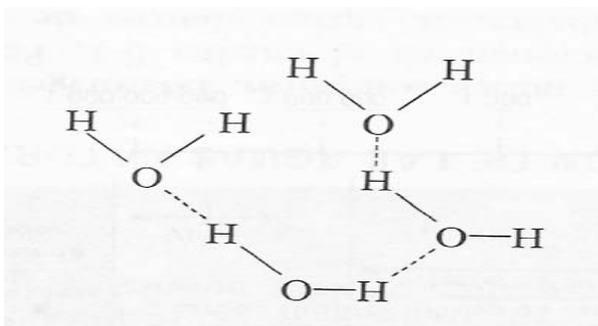
El concepto de agua pura es muy distinto del aire puro. El aire es una mezcla de diversos componentes, y el aire puro es una mezcla particular que representa una especie de atmósfera terrestre ideal. El agua, en cambio es un compuesto simple, el agua pura es una sustancia que consta de moléculas de un solo tipo, esto es, las moléculas representadas por la fórmula  $H_2O$ . La mayoría de las aguas contiene pequeñas cantidades de sales minerales disueltas, y estas sustancias contribuyen a menudo a darle gusto.

La **calidad** del agua puede definirse como su aptitud para los usos beneficiosos a que se ha venido dedicando en el pasado, esto es, para bebida del hombre y de los animales, para soporte de una vida marina sana, para riego de la tierra y para recreación. La materia extraña contaminante podrá ser o materia inerte, como la de los compuestos de plomo o mercurio, o materia viva, como lo de los microorganismos.

Una de las consecuencias de las propiedades físicas y químicas únicas del agua es que admite o acepta la contaminación fácilmente. El agua es el medio ambiente líquido universal para la materia viva y, por consiguiente, es también propensa en forma excepcional a la contaminación por organismos vivos, incluidos los que producen enfermedades en el hombre.

#### Agua

La molécula de agua está formada por dos átomos de H unidos a un átomo de O por medio de dos **enlaces covalentes**, el oxígeno es más **electronegativo** que el hidrógeno y atrae con más fuerza a los electrones de cada enlace. La composición de agua y los pesos atómicos del oxígeno y el hidrógeno están expresados en la fórmula  $H_2O$ , esto es, la composición del agua. El agua líquida consta de agregados de moléculas de  $H_2O$  ligadas unas a otras como aquí se indica.



La fuerza eléctrica que ligan las moléculas de agua unas con otras pueden servir también para ligar moléculas de agua a las sustancias extrañas, el agua es un solvente excepcionalmente bueno, especialmente en el caso de sustancias que tienen centros de cargas eléctricas positivas y negativas separadas. Estas sustancias son compuestos inorgánicos, tales como los compuestos de elementos metálicos, en cambio, el agua es un solvente insignificante para sustancias cuyas moléculas no tienen centros de cargas positivas y negativas separadas; por ejemplo sustancias de los hidrocarburos derivadas del petróleo, tales como la gasolina, el aceite y la grasa.

Si se frota un vaso de vidrio con una servilleta seca hasta que brille de limpio, se mantiene el vaso invertido, arriba exactamente de la llama de una bujía de 5 a 10 segundos; la superficie interior del vidrio se pondrá empañada y húmeda, entonces se habrá producido agua a partir del hidrógeno de la bujía y del oxígeno del aire.

### Clases de impurezas del agua

Pueden clasificarse las sustancias extrañas en el agua según el volumen de sus partículas, por que con frecuencia condiciona la eficacia de los diversos métodos de purificación.

**Partículas suspendidas.** Son las mayores, esto es, las que tienen diámetro de aproximadamente un micrómetro. Son lo bastante grande para depositarse a velocidades razonables y ser retenidas por filtros comunes. Son también lo suficientemente grandes para absorber la luz y hacer, en esta forma, que el agua que contaminan sea turbia y sucia.

**Partículas coloidales.** Son tan pequeñas, que su velocidad de depósito es insignificante, y pasan a través de los agujeros de la mayoría de los medios filtrantes; por consiguiente, no se las puede eliminar del agua por sedimentación o filtración ordinaria. Las aguas que contienen partículas coloidales se aclaran en el trayecto directo de la luz que la ilumina, pero se podría ver turbia si se observa a un ángulo recto con respecto al haz luminoso. Los colores de las aguas naturales, tales como el azul, el verde y el rojo de los lagos o mares, son debido en gran parte a partículas coloidales.



**Materia disuelta.** No se depositan, no es retenida por los filtros y no enturbia el agua, inclusive si se les mira a un ángulo recto con respecto al haz de luz. Las partículas de las que dicha materia consta no son mayores de aproximadamente  $1/100$  de micrómetro de diámetro.

Las sustancias extrañas pueden clasificarse con base en otras propiedades. Pueden ser vivas o inertes, orgánicas o minerales, radiactivas o no radiactivas, tóxicas o inofensivas, naturales o añadidas por el hombre.



## Módulo 10 Elementos nutritivos y oxígeno en el agua

### OBJETIVO:

Clasificar las diferentes impurezas del agua, según el origen y tamaño de sus partículas, describir el efecto de los microorganismos en el agua, la importancia del oxígeno disuelto en el agua y los conceptos de: aerobiosis, nitrificación, fermentación, putrefacción.

### Composición de el agua naturales

#### Agua potable:

Con las denominaciones de Agua potable de suministro público y Agua potable de uso domiciliario, se entiende la que es apta para la alimentación y uso doméstico: no deberá contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud. Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente.

### Impurezas en las aguas naturales

#### Clasificación del tamaño de las partículas

Origen	Suspendidas	Coloidales	Moléculas	Disueltas	
Atmósfera	Polvos	Polvos	Bióxido de carbono CO <sub>2</sub> Bióxido de azufre SO <sub>2</sub> Oxígeno O <sub>2</sub> Nitrógeno N <sub>2</sub>	Iones positivos  Hidrógeno H	Iones negativos Bicarbonato Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Tierra mineral y piedras	Arena Arcilla Partículas de tierra mineral		Bióxido de carbono CO <sub>2</sub>	Sodio Na+ Potasio K+ Calcio 2+ Magnesio Mg+ Hierro Fe+ Manganeso Mn+	Cloro Cl- Fluoruro F- Sulfato SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> Carbonato CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> Bicarbonato Nitrato NO <sub>3</sub> Diversos fosfatos
Organismos vivos y sus productos de descomposición	Algas Diatomeas Bacterias  Tierra orgánica (manto)  Peces y otros organismos	      Virus Materia colorante orgánica	Bióxido de carbono CO <sub>2</sub> Oxígeno O <sub>2</sub> Nitrogeno N <sub>2</sub> Sulfuro de hidrógeno H <sub>2</sub> S Metano, CH <sub>4</sub> Diversos desechos orgánicos, algunos de los cuales producen olor y color	Hidrógeno H+ Sodio Na+ Amonio NH <sub>4</sub>	Cloruro Cl- Bicarbonato Nitrato NO <sub>3</sub>



## Microorganismos en el agua

El agua contaminada podrá ser sucia, mal oliente, corrosiva, poco apta para lavar en ella la ropa o desagradable al gusto. Sin embargo el efecto perjudicial del agua contaminada para el hombre ha sido ciertamente el de la transmisión de enfermedades.

La fiebre tifoidea, en el Hemisferio Occidental, y el cólera, en el hemisferio Oriental han sido la causa del mayor número de defunciones producidas por el agua. Otras enfermedades humanas transmitidas al hombre por microorganismos del agua son la disentería, la hepatitis infecciosa y la gastroenteritis. Es posible que algunas otras enfermedades virales, tales como la poliomielitis sean también transmitidas por al agua.

El hombre vive en relación íntima con microorganismos sobre su piel y en su sistema digestivo. El total de la población microbiana en un humano normal es tal vez de 10 millones de millones. En estado de salud los humanos y los microbios viven junto para beneficio mutuo.

El agua es aceptable para beber si:

- a) Contiene menos de 10 bacterias intestinales por litro.
- b) Si no contiene impurezas químicas en concentraciones que puedan ser peligrosas para la salud del consumidor o corrosivas con respecto al sistema de condición del agua.
- c) Si no presenta un gusto, olor, color o turbiedad objetable.
- d) Si no proviene de un manantial que esté sujeto a continuación por aguas negras u otros contaminantes, tales como un pozo exactamente cuesta debajo de una fosa séptica.

Las concentraciones anormales de compuestos de nitrógeno, tales como el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) o de cloruros, sirven de índice de la presencia de dichas impurezas.

## Elementos nutritivos y oxígeno en el agua

La mayoría de la materia orgánica procedente de desechos de alimento, de aguas negras domésticas y de residuos de fábrica, tales como partículas de tierra, es desintegrada en el agua por bacterias, protozoarios y diversos organismos mayores. Semejantes descomposiciones convierten sustancias ricas en energía en sustancias pobres en energía, mediante reacciones químicas que utilizan el oxígeno.

La diferencia importante entre estos dos medios es que el oxígeno atmosférico a disposición de los animales terrestres es reemplazado en forma relativamente rápida por la vida vegetal y, en esta forma no se agota. En cambio el oxígeno disuelto en las aguas pueden agotarse más rápidamente de lo que es reemplazado desde la atmósfera y, por consiguiente, las bacterias, los



protozoarios, los gusanos de lodo y la trucha compiten por el oxígeno cuando los elementos nutritivos orgánicos son abundantes.

Cuando la introducción de una materia nutritiva (como basura o desechos industriales orgánicos) altera esta distribución en una forma que resulta desfavorable para el hombre, la calidad del agua ha de considerarse como deteriorada y, por consiguiente, los elementos nutritivos añadidos son contaminantes.

Cuando un combustible, como la madera o la cera de bujía o el gas metano, es quemado en el aire, tiene lugar una liberación de energía y la formación de las sustancias bióxido de carbono y agua, pobres en energía.

La liberación total de energía depende solamente de los materiales iniciales y de los productos finales, y no de los pasos intermedios.

La descomposición bacteriana en presencia del aire se designa como **aerobiosis**, y es el proceso que rinde la mayor energía a partir de un peso dado de elementos nutritivos.

### **Nitrificación**

El proceso de nitrificación puede suceder solamente en ambientes ricos de oxígeno, como las aguas que circulan o que fluyen y las capas de la superficie de los suelos y sedimentos. Las bacterias que llevan a cabo esta reacción obtienen energía de sí mismas. El proceso parte del amonio producido por la descomposición, este se convierte en nitrato con la presencia del oxígeno.

El proceso de nitrificación tiene algunas importantes consecuencias:

Los iones de amonio tienen carga positiva y por consiguiente se pegan a partículas y materias orgánicas del suelo que tienen carga negativa.

La carga positiva previene que el nitrógeno de amonio sea barrido (o lixiviado) del suelo por las lluvias.

El ión de nitrato con carga negativa no se mantiene en las partículas del suelo y puede ser barrido del perfil de suelo. Esto lleva a una disminución de la fertilidad del suelo y a un enriquecimiento de nitrato de las aguas corrientes de la superficie y del subsuelo.

**El Ciclo del nitrógeno.** Las flechas amarillas indican las fuentes humanas de nitrógeno para el ambiente. Las flechas rojas indican las transformaciones microbianas del nitrógeno. Las flechas azules indican las fuerzas físicas que actúan sobre el nitrógeno. Y las flechas verdes indican los procesos naturales y no microbianos que afectan la forma y el destino del nitrógeno.



La acción bacteriana no se detiene cuando el oxígeno molecular ha desaparecido. En lugar de ello, se produce una nueva serie de descomposiciones a través del proceso llamado **anaerobiosis**. La descomposición anaeróbica de los azúcares y otros carbohidratos se designa como **fermentación** y la de las proteínas se llama **putrefacción**. Es la degradación de plantas y animales muertos o de materia orgánica como restos de animales o vegetales. La putrefacción rinde mucho menos energía que la oxidación, pero sigue siendo energéticamente aprovechable.

El metano es muy insoluble en agua, y es despedido prácticamente en su totalidad, en forma de gas. El sulfuro de hidrógeno es altamente oloroso y huele a huevo podrido. La putrefacción hace que el agua burbujee con olores fétidos y que los peces u otros animales que respiran oxígeno no pueden vivir en ella. Se le puede considerar como la forma peor de la contaminación bacteriana.

La materia alimentaria contamina el agua porque sirve de alimento para los microorganismos. Los microorganismos incluidos todos los patógenos que pueden encontrarse entre ellos, se multiplican; el oxígeno se agota y resulta inaccesible así para formas de vida. Algunas materias orgánicas manufacturadas por los procesos industriales y que son extrañas a las cadenas naturales de alimento podrán no estar en absoluto en condiciones de funcionar como elemento nutritivo. De semejante materias se dice que son no **biodegradables**.

**Demanda bioquímica de oxígeno, BOD**, es la velocidad a la que la materia alimentaria puede consumir oxígeno por descomposición bacteriana. La velocidad de la oxidación bioquímica depende de la temperatura del medio ambiente, de las clases particulares de microorganismos y de los elementos nutritivos presentes, si estos factores son constantes, la velocidad de la oxidación pueden expresarse en términos de la media vida del elemento nutritivo. La vida media es el tiempo requerido para la descomposición de la mitad del elemento nutritivo, y la velocidad continuamente decreciente puede representarse en forma de una curva de decadencia.



## Módulo 11 La eutroficación

### **OBJETIVO:**

Conocer el proceso de eutroficación; distinguir como contaminantes industriales del agua a los compuestos de plomo, arsénico y mercurio; y definir los términos de agua dura, aguas negras, pH, el fenómeno de corrosión, la demanda bioquímica del oxígeno.

### **Detergentes, algas y la muerte de las aguas.**

Las algas son plantas acuáticas; se las puede percibir en ocasiones como un limo verde azul sobre la superficie del agua inmóvil. Las algas extraen energía de la fotosíntesis. Por consiguiente, consume bióxido de carbono,  $\text{CO}_2$ , en presencia de la luz solar, y liberan oxígeno. Al igual que las otras plantas, las algas necesitan también diversos elementos nutritivos inorgánicos, tales como compuestos de nitrógeno, de potasio, fósforo, azufre y hierro.

La medida en que una extensión de agua, como un lago puede soportar algas depende de los elementos nutritivos inorgánicos que puedan proporcionar. Cuando la reserva de elementos nutritivos se hace suficientemente abundante, las algas crecen rápidamente y pueden cubrir la superficie del agua en capas muy gruesas. A medida que algunas algas mueren, ya sea por agotamiento de algún elemento nutritivo indispensable o por otras razones, se convierten a su vez, en alimentos para las bacterias.

### **Eutroficación**

El proceso de eutroficación resulta de la utilización de fosfatos y nitratos como fertilizantes en los cultivos agrícolas, de la materia orgánica de la basura, de los detergentes hechos a base de fosfatos, que son arrastrados o arrojados a los ríos y lagos; son un problema muy grave para las aguas estancadas cerca de los centros urbanos o agrícolas.

Durante las épocas cálidas la sobrecarga de estos productos químicos, que sirven de nutrientes, generan el crecimiento acelerado de vegetales como algas, cianobacterias, lirios acuáticos y lenteja de agua, las cuales al morir y ser descompuestas por las bacterias aeróbicas provocan el agotamiento del oxígeno disuelto en la capa superficial del agua y causan la muerte de los diferentes tipos de organismos acuáticos que consumen oxígeno, en las aguas de los lagos y ríos.

Lago eutrófico es aquel de poca profundidad y poco contenido de oxígeno disuelto pero rico en materias nutritivas y materia orgánica.



Algunos de los cambios que ocurren con la eutroficación:

Cambios biológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta considerablemente el fitoplancton. Las algas verdeazules se desarrollan espectacularmente mientras que las de otros tipos desaparecen.</li> <li>• Aumenta la actividad bacteriana.</li> <li>• Los animales acuáticos enferman y mueren.</li> </ul>
Cambios físicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los restos de plantas y animales muertos se acumulan en los fondos, frenando la circulación del agua.</li> <li>• El agua se torna parda y maloliente. Cambia de color: rojo, verde, amarillo o pardo.</li> </ul>
Cambios químicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El oxígeno disuelto baja de alrededor de 9 mg/l a 4 mg/l lo cual afecta negativamente y de inmediato a los organismos. Cuando el nivel baja a 2 mg/l todos los animales han muerto. Hay una significativa elevación de la DBO.</li> <li>• La concentración de compuestos nitrogenados, fosfatados se incrementa, así como la de otros elementos químicos.</li> </ul>

El empleo del jabón no ha contribuido a la eutroficación de los lagos. El jabón es un elemento nutritivo para las bacterias, pero no para las plantas, y es degradado normalmente por la acción bacteriana en las aguas negras.

Cuando un agua es referida como agua “dura” esto simplemente significa, que contiene más minerales que un agua normal, cuenta especialmente con minerales de calcio y magnesio. El grado de dureza de un agua aumenta, cuanto más calcio y magnesio hay disuelto. Magnesio y calcio son iones positivamente cargados. Debido a su presencia, otros iones cargados positivamente se disolverán menos fácil en el agua dura que en el agua que no contiene calcio y magnesio. Ésta es la causa de hecho de que el jabón realmente no se disuelva en agua dura.

### **Desechos industriales en el agua**

La actividad industrial, especialmente la producción de pulpa y de papel, la elaboración de alimentos y la manufactura química, engendran una gran variedad de productos de desecho que pueden ser descargados en las corrientes de agua. De alguno de estos desechos se sabe que son venenosos para el hombre.

Muchos desechos industriales son compuestos orgánicos que pueden ser degradados por las bacterias, pero muy lentamente, de modo que podrán llevar acaso olores y gustos desagradables hasta distancias considerables a lo largo de una vía acuática. Algunos desechos reaccionan con el cloro que se utiliza como



desinfectante del agua potable. El resultado de la reacción es la producción de compuestos orgánicos clorados que huelen y saben mucho peor que el producto de desecho original.

Uno de los venenos industriales acarreados por el agua es el plomo, su fuente predominante ha sido la tubería de plomo utilizada anteriormente en las redes de distribución de agua. El empleo del rociado de arseniato de plomo como insecticida ha contaminado agua superficiales y profundas tanto con plomo como con arsénico. El plomo es un veneno acumulativo, e inclusive pequeñas concentraciones, si están presentes constantemente en el agua potables, podrán conducir a enfermedades graves o a la muerte.

El arsénico, que en algunas ocasiones se encuentran en las agua naturales que corren a través de minerales que contienen arsénico, es también un veneno acumulativo. Los compuestos de diversos otros metales, tales como el cobre, el cadmio, el cromo y la plata, han sido denunciados en ocasiones como contaminantes industriales del agua.

El mercurio se ha considerado siempre con fascinación y alarma. Es el único metal que es líquido a temperatura ordinaria, y debe usarse con mucho cuidado ya que su vapor es venenoso y, a temperaturas más altas, puede evaporarse con suficiente rapidez para ser mortal. Muchos compuestos de mercurio son altamente insolubles como el sulfuro mercuríco,  $\text{HgS}$ .

El mercurio en el agua no es un contaminante potencial y explican tal vez la despreocupación anterior con respecto al hecho de que la mitad de la cantidad de mercurio anualmente extraída sea liberada en el medio ambiente.

**Corrosividad.** Se entiende por corrosión la interacción de un metal con el medio que lo rodea, produciendo el consiguiente deterioro en sus propiedades tanto físicas como químicas. Las características fundamental de este fenómeno, es que sólo ocurre en presencia de un electrolito, ocasionando regiones plenamente identificadas, llamadas estas anódicas y catódicas: una reacción de oxidación es una reacción anódica, en la cual los electrones son liberados dirigiéndose a otras regiones catódicas. En la región anódica se producirá la disolución del metal (corrosión) y, consecuentemente en la región catódica la inmunidad del metal.

Los ácidos corroen (oxidán) los metales y, según vimos, los compuestos solubles de metales pueden contaminar el agua. El agua que es ácida puede contaminarse con elementos metálicos más fácilmente de lo que puede hacerlo el agua pura.

La palabra ácido es agrio, con referencia al gusto de sustancias tales como vinagre, jugo de limón, las manzanas verdes y la leche agria. Su presencia altera diversos colores vegetales naturales. Se observa también que la corrosión de los metales por los ácidos va acompañada de un desprendimiento de hidrógeno. La presencia de hidrógeno es efectivamente, indispensable para la calidad de la acidez en el agua. La concentración de los iones de hidrógeno se mide en



términos de una expresión llamada **pH** (potencia de hidrógeno). Su pH es de 7 y se dice que es neutra. Todo pH inferior a 7 implica acidez.

### **Aguas negras**

Las aguas negras son aguas blandas y ácidas que se encuentran teñidas por la presencia de compuestos orgánicos que fueron arrastrados, en descomposición, procede de viviendas, poblaciones o zonas industriales y arrastra suciedad. De no ser tratadas adecuadamente, al desembocar en el mar introducen nitrógeno, fósforo, gérmenes patógenos.

**Agentes patógenos.**- Bacterias, virus, protozoarios, parásitos que entran al agua provenientes de desechos orgánicos.

**Desechos que requieren oxígeno.**- Los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Si hay poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua, matando así las formas de vida acuáticas.

**Sustancias químicas inorgánicas.**- Ácidos, compuestos de metales tóxicos (Mercurio, Plomo), envenenan el agua.

Los nutrientes vegetales pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que después mueren y se descomponen, agotando el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies marinas (**zona muerta**).

**Sustancias químicas orgánicas.**- Petróleo, plásticos, plaguicidas, detergentes que amenazan la vida.

**Sedimentos o materia suspendida.**- Partículas insolubles de suelo que enturbian el agua, y que son la mayor fuente de contaminación.

Sustancias radiactivas que pueden causar defectos congénitos y cáncer.

**Calor.**- Ingresos de agua caliente que disminuyen el contenido de oxígeno y hace a los organismos acuáticos muy vulnerables.

### **Purificación del agua**

La purificación del agua se ha convertido en una tecnología minuciosa y complicada. Si el agua contiene impurezas susceptible de depositarse, déjesela el tiempo suficiente para que se produzca la precipitación, o bien filtrense las impurezas que pueden ser retenidas por un filtro. Si las partículas son demasiado pequeñas para cualquiera de ambos procesos háganse mayores, consiguiendo, que se peguen unas a otras o que coagulen, en alguna forma, de modo que el depósito o la filtración resulten posibles.



Si el agua es tan ácida que es corrosiva, neutralícese el ácido. Oxídense los desechos orgánicos. Mátense los microorganismos. Elimínese los malos olores y sabores mediante algún agente apropiado, tal como el carbón activado. Ablándese el agua dura, de modo que pueda utilizarse eficazmente detergentes no contaminantes.

Los desechos transportados por el agua de fuentes tales como los hogares, hospitales, las escuelas y los edificios comerciales contienen desechos de alimentos, excrementos humanos, papel, jabón, detergentes, polvo, ropa y otros residuos diversos y, por supuesto, microorganismos. Esta mezcla se designa como **aguas negras sanitarias o domesticas**.

### Proceso de purificación

Cuando las aguas negras llegan a la **planta de tratamiento**, pasan primero a través de una serie de tamices que eliminan los objetos grandes, tales como ratas o toronjas; luego a través de un mecanismo de trituración, que reduce todos los objetos sobrantes a un tamaño lo suficientemente pequeño para ser tratado eficazmente durante el periodo siguiente.

El paso siguiente consiste en una serie de cámara de deposito, diseñadas para eliminar primero, el cascajo pesado, tal como la arena que el agua de lluvias arrastra de las superficies de la carretera, y luego, más lentamente, cualesquiera otros sólido suspendido, incluidos los elementos nutritivos orgánicos susceptibles de depositarse en una hora más o menos.

El paso siguiente del tratamiento está destinado a reducir considerablemente la materia orgánica disuelta en suspensión fina, por medio de alguna forma de acción biológica acelerada. Lo que se necesita para semejante descomposición es oxígeno y organismos, y un medio ambiente en el que los dos tengan un acceso fácil a los elementos nutritivos.

Un aparato para la consecución de este objetivo es el filtro de goteo, en este dispositivo, unos tubos largos giran lentamente sobre una capa de piedras, distribuyendo el agua contaminada en rociados continuos. A medida que el agua gotea sobre la piedra y a su alrededor, ofrece sus elementos nutritivos, en presencia del aire, a una abundancia de forma de vida más bien poco apetitosa se pone en función una cadena de alimentos de movimientos rápido. Las bacterias consumen moléculas de proteínas, grasa y carbohidratos. Los protozoarios consumen bacterias. Mas arriba, en la cadena se encuentran gusanos, caracoles, moscas y arañas. Cada forma de vida desempeña un papel en la conversión de sustancias químicas de alta energía en sustancias de energía baja. Todo el oxígeno consumido en esta etapa representa oxígeno que no se necesitará más adelante cuando las aguas negras sean vertidas al aire libre.

El paso final es un proceso de desinfección: por regla general, una cloración.



## Módulo 12

### Ciclos naturales y artificiales

#### **OBJETIVO:**

Conocer los ciclos naturales de los ciclos artificiales o de materias sintéticas, que se mueven en la tierra. Describir los métodos de eliminación de desechos sólidos que se emplean con mayor frecuencia; y los métodos de recirculación, sus ventajas y desventajas.

#### **Desechos sólidos**

##### **Fuentes y ciclos.**

La biosfera es la parte de la tierra en la que hay vida. Los materiales de la tierra no permanecen estancados: hay vientos, corrientes de los mares, ríos, evaporación, precipitación pluvial y de nieve, el desplazamiento de los glaciares y los diversos movimientos de la materia en la que interviene la vida. La evaporación compensa la precipitación, y los niveles del mar permanecen constantes. Los materiales que pueden ser consumidos por organismos vivos son biodegradables.

##### **Métodos de eliminación**

Hay dos clases de caminos posibles para los materiales de desechos sólidos: se los puede volver a la circulación en algún otro proceso o se va acumulando en algún lugar.

##### **Eliminación terrestre**

El depósito más primitivo de desechos es el vaciadero al aire libre. Su funcionamiento es más bien sencillo. Los desechos se reúnen y, para ahorrar espacio y gastos de transporte, se comprime. La compresión es efectuada por un ama de casa, cuando aplana o aprieta en saco de basura. Los desechos comprimidos son llevados al vaciadero, por lo regular en la mañana, y se esparce por el suelo, efectuando en ocasiones otra compresión por medio de rasadoras mecánicas. La materia orgánica se pudre o es consumida por insectos, ratas o si se permite por cerdos. Las botellas, los trapos, las baratijas y especialmente el hierro viejo son recogidos por ropavejeros.

La degradación orgánica, la combustión, la recuperación son operaciones de recirculación. El vaciadero es un manantial potencial de enfermedades especialmente de las que son transmitidas por las moscas y las ratas. También los fuegos están poco controlados y, por consiguiente, desprenden humo y son contaminantes. El agua de lluvia, al circular, penetra en el vaciadero y agita una cantidad de materia disuelta y en suspensión, incluidos microorganismos patógenos, que son contaminantes del agua.



Un método más ventajoso de eliminación terrestre es el **relleno higiénico de la tierra**, en el que cada capa de desechos es recubierta por una capa de tierra, arcilla o grava. Para el funcionamiento eficiente, los desechos han de estar bien comprimidos, y los objetos grandes como los muebles han de hacerse pedazos. En esta forma, los desechos no están expuestos al aire, a los bichos o a los roedores, pero si están sujetos a la descomposición bacteriana, de modo que la biodegradación tiene lugar en forma que evita la contaminación, las enfermedades, la fealdad.

### Incineración

Un método cada vez más utilizado en las áreas metropolitanas es el de incineración. Consiste simplemente en prender fuego a un montón de basura en un vaciadero al aire libre.

Cuatro caso a considerar de la incineración

**Primero** la combustión, **segundo** la eliminación de residuos, **tercero** el control de los contaminantes que resultan del proceso de la combustión, **finalmente** el calor podrá ser recuperado para algún propósito útil, tal como la generación de vapor de proceso o de energía eléctrica.

El proceso de incineración presenta las siguientes ventajas.

- a) Elimina el problema de la salud inherente a la acumulación de desperdicios.
- b) Reduce el volumen de los desechos sólidos en aproximadamente 80 por 100 y requiere, por siguiente, mucha menos tierra para la eliminación final de los residuos.
- c) Puede tratar una mezcla de basura y cascajo sin separación previa.
- d) Puede utilizarse en ella equipo de una gran diversidad de tamaños, desde unidades de vivienda hasta grandes incineradores municipales.
- e) Los residuos son inertes e inodoros y relativamente fáciles de manipular.

### Recirculación de desechos

La putrefacción y la combustión sirven para recircular algunos desechos, pero no todos, de modo que los vaciaderos siguen creciendo.

Algunos ejemplos de recirculación total son:

La **conversión en abono** es la biodegradación acelerada, controlada de la materia orgánica húmeda en un producto parecido al humus, que puede utilizarse como fertilizante o acondicionador de tierra.

El **derretir** consiste en conocer desechos animales, tales como la grasa, los huesos, las plumas y la sangre, para obtener un producto graso llamado sebo, que constituye una materia prima para el jabón; como un producto no graso, que tiene un alto contenido en proteínas y puede utilizarse como ingrediente del alimento para animales.



La **destilación destructiva o pirolisis** es el proceso mediante el cual un material es descompuesto por calentamiento en ausencia del aire. Se ha encontrado que se puede recuperar productos valiosos mediante la pirólisis de desechos municipales, y este método está siendo adoptado en algunas localidades. Otra ventaja es la de que el equipo para la pirólisis es esencialmente un sistema cerrado y, por consiguiente, no descarga contaminantes en la atmósfera.

La **recuperación industrial** comprende una diversidad muy grande de procesos; sin embargo, el objetivo común es el de recircular materiales de desecho reconduciéndolos a los procesos de metal tiene además el efecto importante complementario de conservar recursos no renovables.

La recirculación altera en menor grado el ecosistema de la tierra y, por consiguiente, son más deseables que las operaciones de no recirculación.

Si no hubiera plantas de derretir, estos desechos impondrían por una parte grave carga complementaria a las plantas de tratamiento de aguas negras, y añadirían, por una parte, contaminantes a los ríos y los lagos y alimentarían organismos patógenos. En cambio, en la planta de derretimiento, los materiales de desechos son esterilizados y convertidos en productos útiles. Pero es el caso que el proceso de la cocción engendra olores.



UNIDAD IV  
EL CRECIMIENTO DE LA POBLACIONES HUMANAS  
CONTAMINACIÓN TÉRMICA  
EL RUIDO

**Módulo 13**  
**El crecimiento de las poblaciones humanas**

**OBJETIVO:**

Conocer la variación de una población determinada a partir de diferentes factores que alteran su crecimiento; la diferencia entre los crecimientos geométrico y aritméticos de una población; definir los términos demografía y tasa vital.

**El crecimiento de las poblaciones humanas**

Las pruebas antropológicas sugieren que el hombre moderno hizo su aparición en el curso de la evolución hace unos 100 000 años. Durante los tiempos prehistóricos.

El renacimiento señaló el comienzo de un rápido aumento en la población mundial.

En la época del descubrimiento de América había aproximadamente 250 millones de personas vivas sobre la tierra. En 1650, aproximadamente un siglo y medio más tarde, la población mundial había doblado, siendo aproximadamente 500 millones.

Los 4 enunciados engañosos que sirven de ejemplo de la manera poco crítica de pensar acerca de la población.

- a) Para mantener una población humana constante, ninguna familia debería tener más de dos hijos.
- b) La medicina moderna, al prolongar la vida de las personas ancianas, ha contribuido en gran medida a la explosión de la población.
- c) La explosión de la población presenta un carácter universal, resulta indicado estudiar el crecimiento de la población mundial, en lugar de fijarnos solamente en el de una región determinada.
- d) No hay migración alguna hacia la tierra y fuera de ella, para estudiar el crecimiento de la población humana sólo se necesita considerar las muertes y los nacimientos

**Extrapolación de las curvas del crecimiento de la población**

El método más obvio para predecir el crecimiento de la población consistía en construir una gráfica que relacione el volumen de la población con el tiempo y conjeturar cómo la curva se prolongaría. El conjeturar puntos en una curva fuera del margen de la observación se designa como **extrapolación**.



Un modelo de mecanismo de crecimiento de población fue introducido por **Thomas Malthus** razonó que la población humana tiende a crecer en **proporción geométrica**, mientras la reserva de alimentos aumenta en una **proporción aritmética**.

La **demografía** es la rama de la antropología que trata del estudio estadístico de las características de las poblaciones humanas, con referencia al volumen total, a la densidad, al número de muertes, a las enfermedades y migraciones.

El demógrafo se interesa en averiguar como cambian las poblaciones con el tiempo. Estudian los cambios contando el número de **acontecimientos vitales**. Esto es, los nacimientos, las muertes, los matrimonios y las migraciones.

Los demógrafos estudian a menudo las **tasas vitales** esto es, el número de acontecimientos vitales que le ocurren a una población durante un periodo de tiempo, dividido entre el volumen de la población. Por ejemplo la natalidad de 1968 en estados unidos es el número de nacimientos de 1968 dividido entre la población de 1968.

Tres puntos importantes de comprensión para un enfoque eficaz de la investigación de crecimiento:

- a) La tasa general de crecimiento es realmente la diferencia entre la tasa de adición (por nacimiento o migración) y una tasa de sustracción (por muerte o migración). La tasa de crecimiento es solamente positiva si hay más adiciones que sustracciones.
- b) La probabilidad de morir o de dar a luz en un año determinado, varía según la edad y el sexo.
- c) La composición por edad y sexo, o **distribución** de la población ejerce un efecto sobre las tasas de crecimiento.



## Módulo 14

### La población humana extrema

#### **OBJETIVO:**

Examinar las consecuencia de la población humana extrema definir el termino cohorte de nacimiento.

El **cohorte de nacimiento** en términos generales, una cohorte la definen, los demógrafos como un grupo de personas nacidas en un determinado periodo de tiempo.

La **población humana extrema** se refiere al limite del crecimiento de la población humana, que puede ser provocado por una crisis debido a la sobrepoblación , o a una autolimitación racional.



## Módulo 15

### El efecto de la temperatura en los ecosistemas

#### OBJETIVO:

Identificar a la temperatura como contaminación ambiental; Enunciar la primera y segunda ley de la termodinámica, y definir un termomotor

#### Contaminación térmica

La palabra contaminar ha significado afectar la pureza, ya sea moral o físicamente. Los términos de contaminación del aire y contaminación del agua se refieren a la desmejora de la composición normal del aire y el agua por la adición de materia extraña.

La contaminación térmica es el deterioro de la calidad del aire o el agua ambientales elevando su temperatura. La contaminación térmica debe apreciarse observando el efecto de un aumento de temperatura sobre el ecosistema.

La contaminación por el ruido es el deterioro de la calidad ambiental del aire por el ruido.

La **termodinámica** (termo significa calor y dinámica trabajo), rama de la física, que trata las circunstancias que intervienen en la producción de calor por el funcionamiento de los motores.

#### Dos cuestiones acerca del calor

Se pone petróleo en un quemador, donde reaccionan con el oxígeno del aire para producir calor.

Se proporciona petróleo a un motor diesel, donde reacciona con el oxígeno para realizar trabajo, tal como mover un camión cuesta arriba.

Pero produce también calor, ya que el motor que trabaja está siempre más caliente que sus alrededores.

Se proporciona petróleo a una planta de energía, donde reacciona con el oxígeno para realizar trabajo, tal como accionar un generador que produzca electricidad, pero también aquí, una vez más, produce calor.

#### Primera ley de la termodinámica

La **Primera ley de la termodinámica**, se expresa en términos de conservación de la energía, mediante el enunciado de que **“la energía no puede ni crearse ni destruirse”**.



**Los termomotores**, consumen combustible para producir y convertir el calor en trabajo, de acuerdo a las necesidades de mayor energía de la tecnología moderna.

### **Segunda ley de la termodinámica**

Expresa lo siguiente: "**No existe un proceso cuyo único resultado sea la absorción de calor de una fuente y la conversión íntegra de este calor en trabajo**". Este principio (Principio de Kelvin-Planck) nació del estudio del rendimiento de máquinas y mejoramiento tecnológico de las mismas.

### **El efecto de los cambios de temperatura sobre la vida**

El aumento de temperatura de una extensión de agua puede ocasionar la sustitución de una población de peces por otra. No solo los peces, sino los ecosistemas acuáticos enteros se ven afectados en forma relativamente sensible por lo cambios de temperatura.

Cualquier ruptura de la cadenas de alimentos, podrá trastornar el sistema entero. Si un cambio de temperatura modifica las variaciones estacionales de los tipos y la abundancia de organismos inferiores, a los peces podría faltarles el alimento adecuado en el momento propicio.

Las temperaturas superiores se revelan a menudo como más hospitalarias para los organismos patógenos, y, por consiguiente, la contaminación térmica podrá convertir una frecuencia pequeña de enfermedades entre los peces en una mortalidad en masa de los mismos, a medida que los patógenos se vayan haciendo más virulentos y los peces menos resistentes. Semejantes situaciones se han observado desde hace ya mucho en los medios ambientes cerrados de los estanques de granjas y de incubación, susceptibles de calentarse rápidamente.

Porque el volumen total de agua que contiene es pequeño. Al aumentar la carga de la contaminación térmica en grandes extensiones de agua, aumentará la perdida posible de peces debida a enfermedades.



## Módulo 16

### El ruido

#### OBJETIVO:

Identificar la forma de transmisión del sonido a través del aire; Distinguir la diferencia entre sonido y ruido; Analizar los efectos nocivos del ruido y algunas formas de controlarlo. Definir los términos longitud de onda, onda elástica, escala decibel, y el número de Mach

#### El ruido

El movimiento se relaciona también con la energía; en efecto, todo cuerpo en movimiento posee una energía en movimiento y cuanto más rápidamente se mueve tanta más energía consume. Puesto que el sonido se relaciona con el movimiento y el movimiento con la energía, resulta razonable pensar que el sonido es una forma de energía y, efectivamente, así es.

La transferencia de energía sonora a través del aire tiene lugar en forma de onda. Se representa el movimiento ondular como ondas de agua. Las ondas de agua son trastornos que alteran el nivel normal de modo que resulta un poco más alto en algunos lugares y más bajos en otros. Los lugares altos se designan **crestas** y los bajos como **senos**. La distancia entre trastornos sucesivos del mismo tipo, tal como entre crestas vecinas, se designan como **longitud de onda**. La velocidad a que se mueve el trastorno es la **velocidad de la onda**. El número de trastornos que pasan por un punto determinado en una unidad de tiempo, es la **frecuencia**.

La relación entre tres atributos es:

#### **Velocidad = Longitud de onda x Frecuencia**

Todas estas características de la onda se aplican asimismo a la onda de sonido, excepto en que el carácter del trastorno es distinto, en lugar de manifestarse como crestas y senos, como en las alteraciones del nivel del agua, la onda de sonido consiste en una sucesión de compresiones y dilataciones que alteran la densidad normal del medio (tal como el aire) en el que se propagan. Este tipo de onda se designa como **onda elástica** y se puede ilustrar mediante la acción de un resorte espiral.

El aire es una sustancia elástica; en efecto, un balón apretado vuelve instantáneamente a su forma primitiva cuando se deja de apretarlo. Las ondas elásticas pueden propagarse por el aire; esto es el sonido. El sonido es una forma de transmisión de la energía.

La velocidad del sonido en condiciones normales del aire sobre la tierra es de aproximadamente 33 m por segundo. Cualquier objeto como aeroplano, que se desplaza a menor velocidad que el sonido se designan como **subsónico**, y el que viaja a una velocidad superior es **supersónico**.



## El ruido

El ruido se puede definir en dos palabras: sonido indeseable. Sin embargo, este concepto aparentemente sencillo disimula mucha sutileza imprevista, un determinado sonido podrá constituir música para una persona y ruido para otra; podrá ser agradable si es poco intenso, pero ruido si es intenso.

De todos los atributos que distinguen entre un sonido deseado y otro desagradable, el que por regla general se considera más significativo es la intensidad. Cuanto más intenso es un sonido, tanto más probable es que se lo considere como ruido.

## La intensidad del ruido y la escala decibel

Una unidad de medición de intensidad sonora llamada decibel (deci que significa diez, o sea una referencia a la base de los logaritmos comunes, y bel, de Alexander Graham Bell) y se define en términos de la razón de la intensidad de un sonido con respecto a otro.

El sonido mas bajo perceptible para el oído tendrá el valor de cero decibels (dB)  
Una ecuación que defina la intensidad de sonido como :

$$10 \times \log 10 \left[ \frac{\text{fuerza de un sonido dado}}{\text{fuerza de un sonido justamente perceptible}} \right]$$

## Efectos del ruido

El ruido puede impedir la comunicación, reducir la capacidad del oído y afectan la salud y la conducta.

**Obstáculos para la comunicación.** El ruido distrae de lo que se quiere oír, con el resultado de que, no se oye bien o no se oye en absoluto.

## Perdida del oído.

Por regla general, los niveles de ruido de aproximadamente 80 decibeles, o mas altos, pueden producir perdida permanente del oído, el efecto es más rápido en el caso de ruidos más intensos y depende también de la frecuencia.

A la frecuencia de 2000 ciclos, por ejemplo, se calcula que la exposición a un ruido de 95 decibeles (tan fuerte como una cortadora de césped eléctrica reducirá la capacidad auditiva en aproximadamente 15 decibeles en 10 años. El ruido laboral, tal como el que producen las, los martinetes, los camiones de diesel, y los aeroplanos, afectan el oído de los trabajadores.



## Efectos sobre la salud y la conducta

Los primeros efectos son reacciones de ansiedad y tensión o, en casos extremos, de miedo. Estas reacciones suelen acompañar un cambio en el contenido de hormonas de la sangre, que a su vez, produce cambios en el organismo, tales como velocidad aumentada del latido del corazón, construcción de los vasos sanguíneos, espasmos digestivos y dilatación de las pupilas de los ojos.

Resulta difícil apreciar los efectos a largo plazo de semejante sobreestimulación, pero sabemos que, en los animales, daña el corazón, el cerebro, y el hígado, y produce trastornos emocionales.

## Control del ruido

**Reducción del manantial.** La reducción más obvia del manantial es sencillamente la reducción de la intensidad del sonido.

**Interrupción de la vía de transmisión.** Se ha desarrollado extensamente diversos medios absorbentes del sonido; se les designa como materiales acústicos. Los materiales que vibran muy poco, como la lana, y absorben la energía del sonido, convirtiéndola en calor. La interrupción mecánica de las ondas sonoras en muchas clases de maquinas; los dispositivos que funcionan en esta forma se designan como silenciadores.

**Protección del receptor.** Protección instintiva del hombre al cubrirse los oídos.

## El transporte supersónico

Es un avión de pasajeros que viaja más rápido que el sonido y a alturas más altas que los aeroplanos subsónicos. Una velocidad superior requiere más energía. Cuando el SST alcanza velocidades supersónicas en pleno vuelo, se produce otro efecto, esto es, **el boom sonico.**

La velocidad supersónica suelen medirse en numero de mach:

$$\text{Numero de mach} = \frac{\text{Velocidad del objeto}}{\text{Velocidad del sonido}}$$

Si el objeto se mueve a la velocidad del sonido, el numerador y el denominador de la ecuación son los mismos, y el numero de mach es igual a 1 mach 2 equivale a dos veces la velocidad del sonido, y mach 3 es tres veces dicha velocidad, y así sucesivamente. Cuanto más alto sea el numero de mach en una determinada altura, tanto mayor será la energía y, por consiguiente, el efecto destructivo del boom sónico.

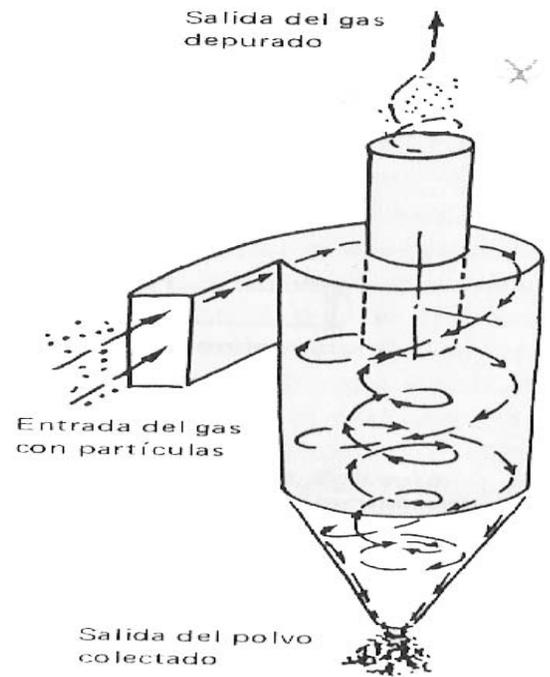


- La velocidad del sonido en el aire (a una temperatura de 20 °C) es de 340 m/s
- En el aire, a 0 °C, el sonido viaja a una velocidad de 331 m/s
- En el agua es de 1.600 m/s
- En la madera es de 3.900 m/s
- En el acero es de 5.100 m/s



## Colector de Ciclón

Colector básico de ciclón. (De Walker: *Operating Principles of Air Pollution Control Equipment*. Bound Brook, N. J. Research-Cottrell, Inc., 1968.)





## Depurador

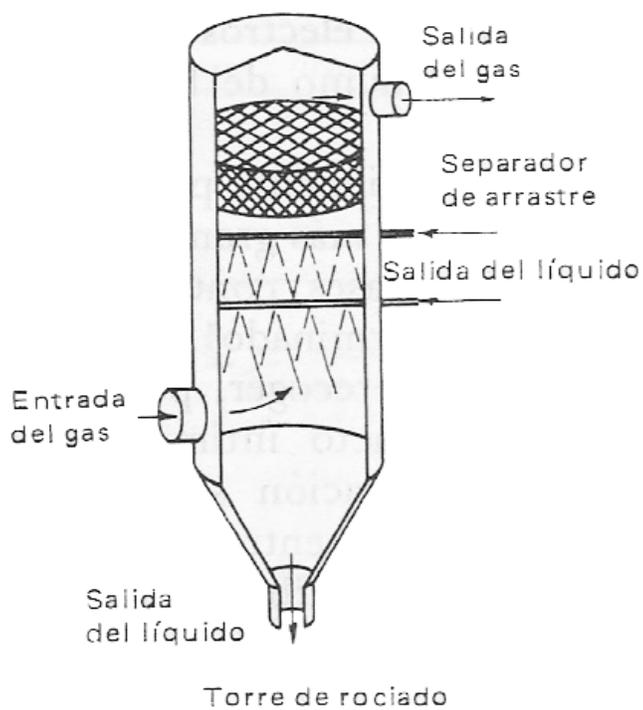
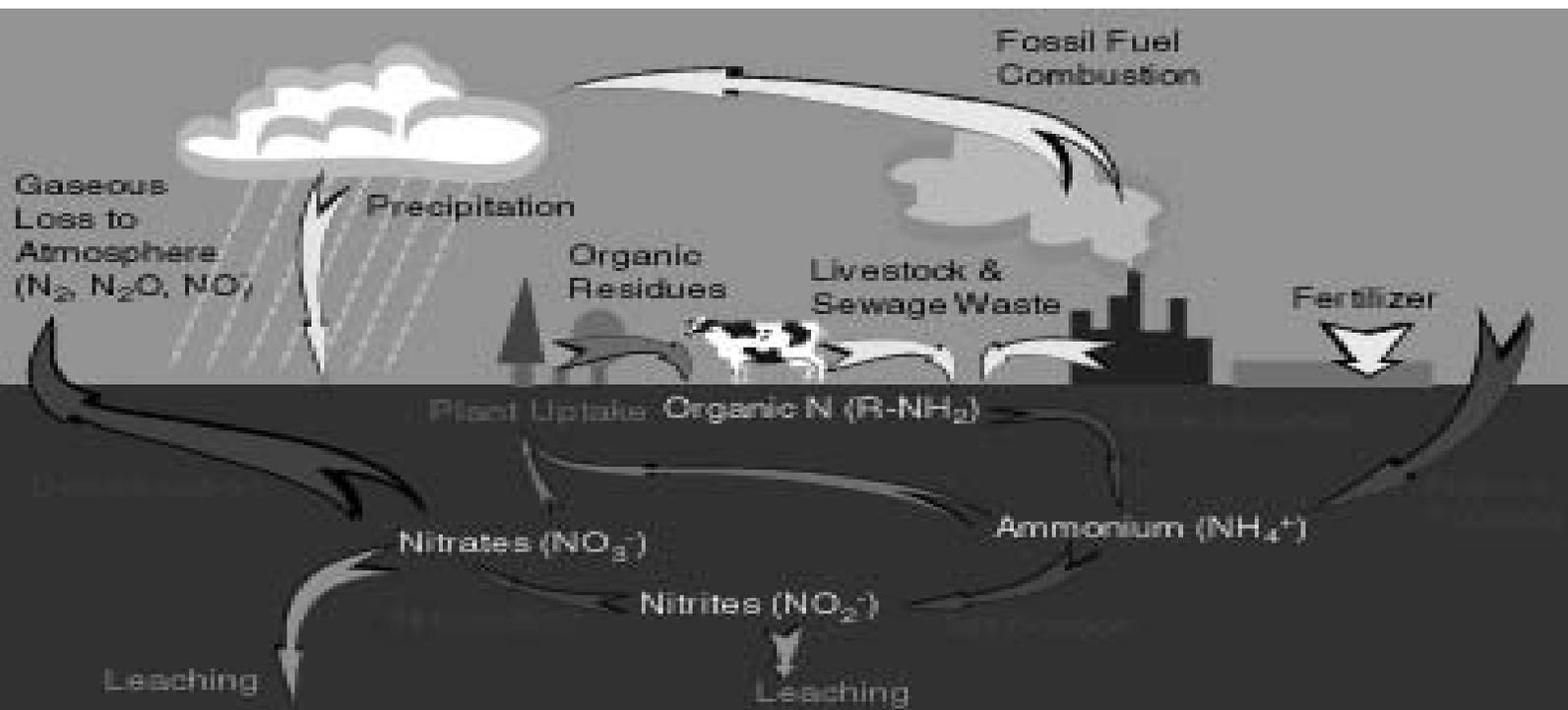


FIG. 5-12. Esbozo esquemático de un colector de rociado o depurador. (De Stern: *Air Pollution*. 2a. ed. New York: Academic Press, 1968.)



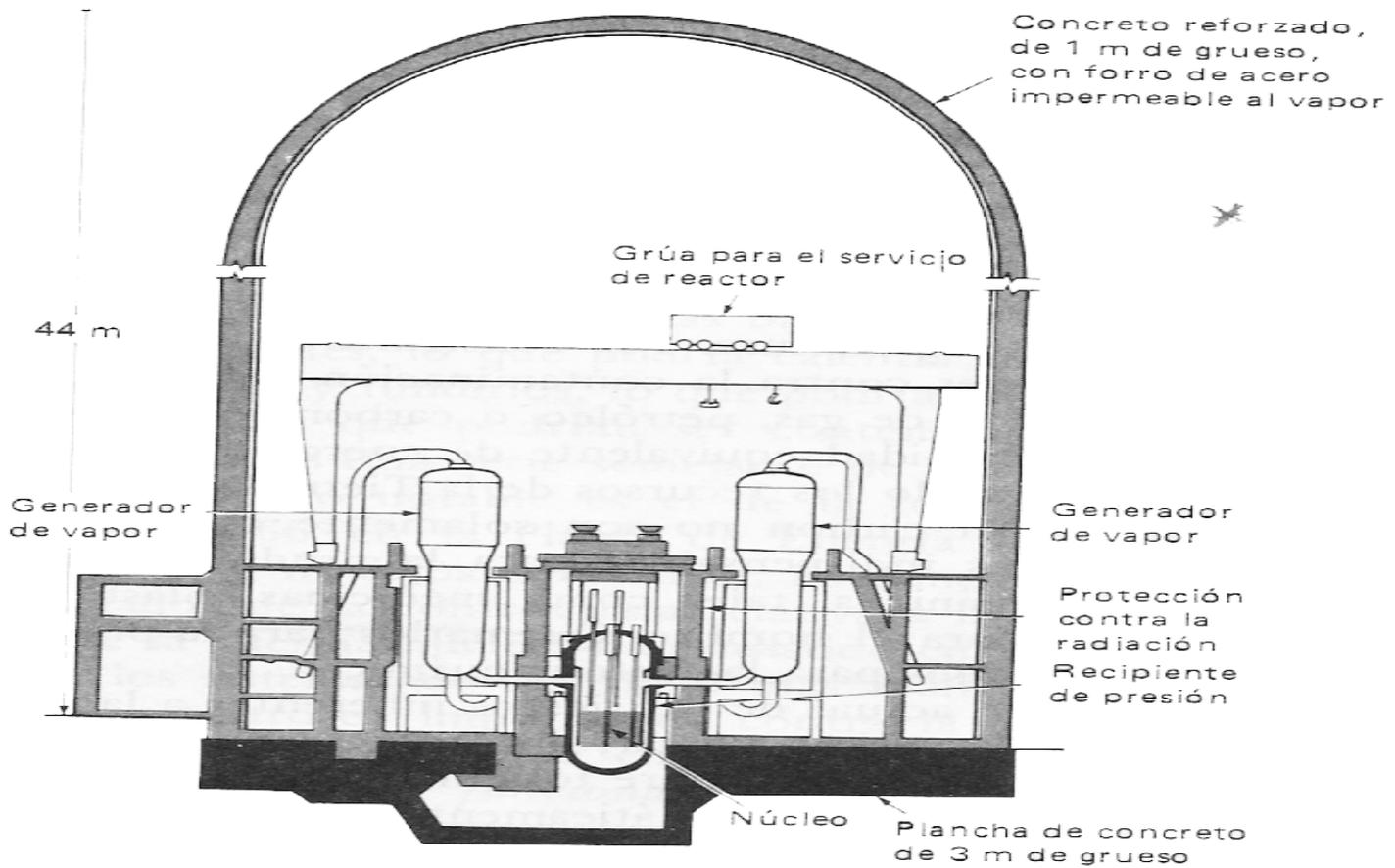
## El Ciclo del nitrógeno



Las flechas amarillas indican las fuentes humanas de nitrógeno para el ambiente. Las flechas rojas indican las transformaciones microbianas del nitrógeno. Las flechas azules indican las fuerzas físicas que actúan sobre el nitrógeno. Y las flechas verdes indican los procesos naturales y no microbianas que afectan la forma y el destino del nitrógeno.



## Estructura de Contención



Estructura de contención para una planta de energía nuclear. (© 1971 por The New York Times Company. Reproducción autorizada.)



## Filtro de Bolsa

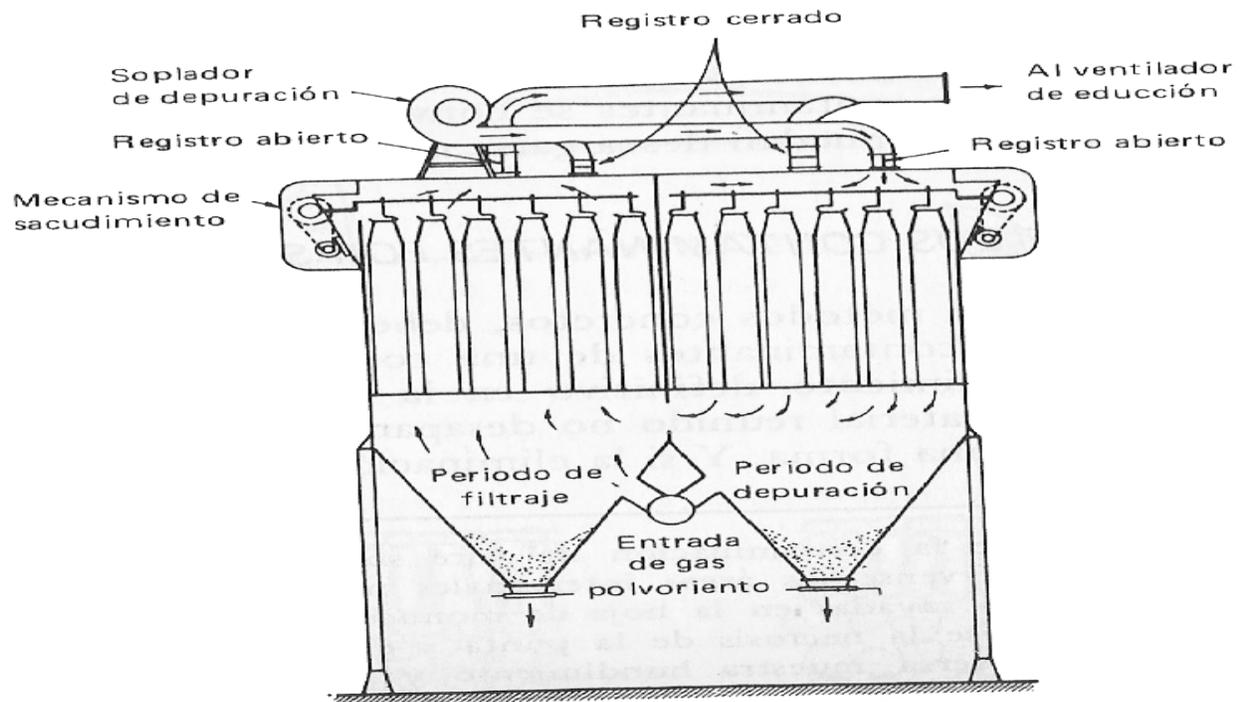
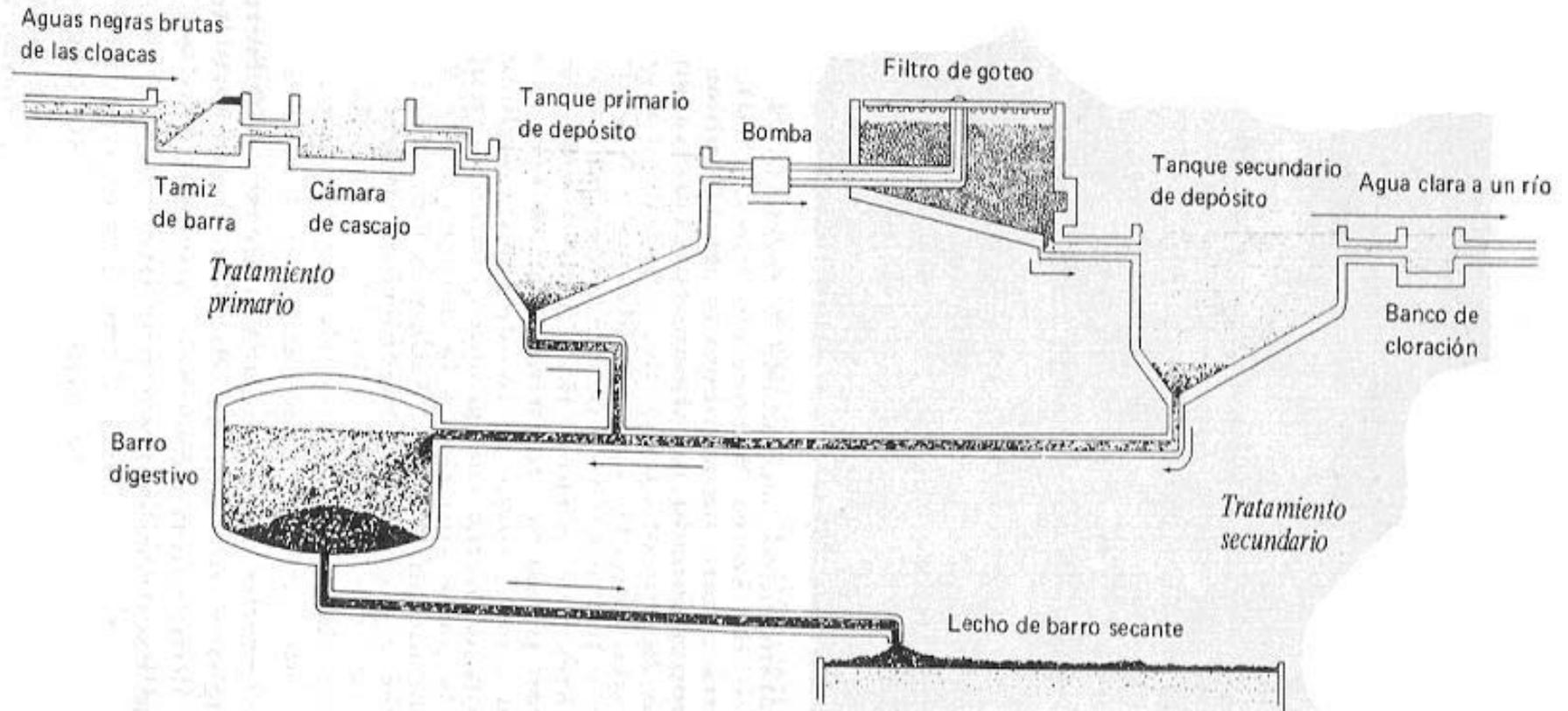


FIG. 5-9. Filtro típico de bolsa que combina el flujo inverso y el sacudimiento mecánico para la depuración. (De Stern; *Air Pollution*. New York: Academic Press, 1968.)



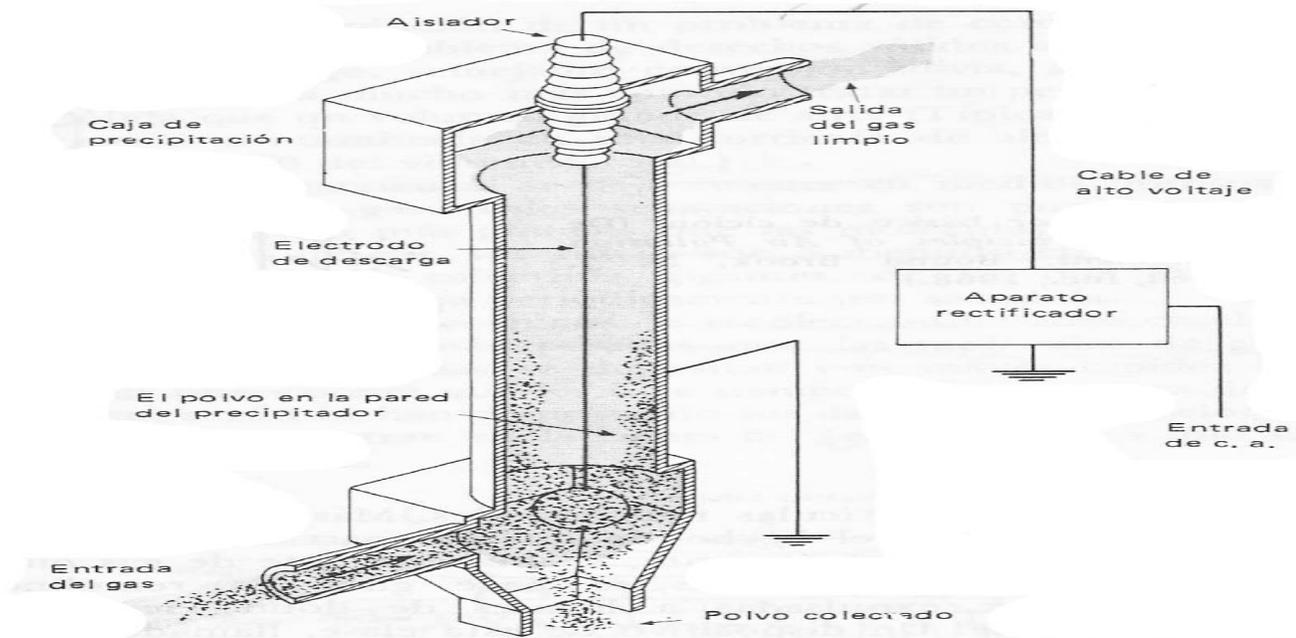
## Planta de tratamiento



Esquema de planta de aguas negras, en el que se aprecian las instalaciones para los tratamientos primario y secundario.  
(De *The Living Waters*. U. S. Public Health Service Publication No. 382.)



## Precipitador electrostático



Elementos básicos de un precipitador electrostático. (De White: "Industrial Electrostatic Precipitation." Readings, Mass.: Addison-Wesley.)



## Reactor Nuclear

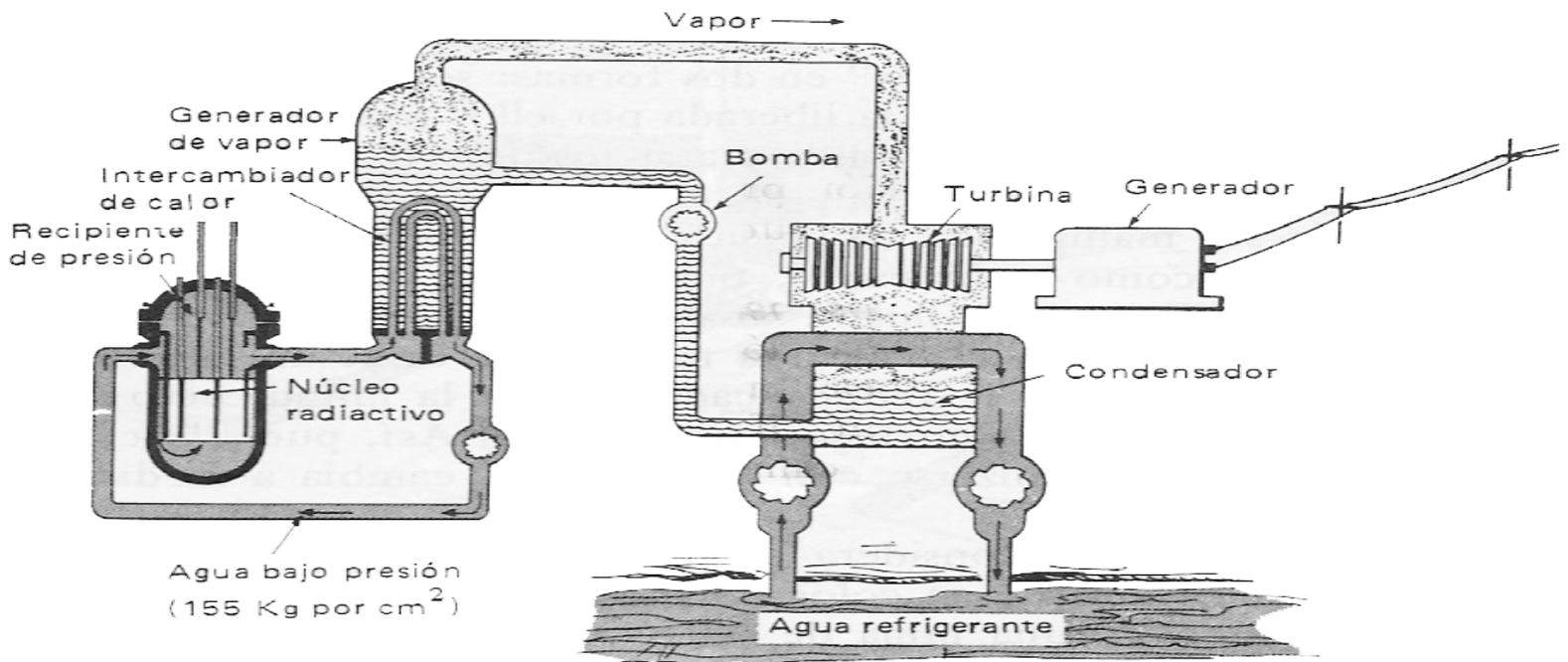


Ilustración esquemática de una planta de energía nuclear.



## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Bioética. Guía de Estudio  
Secretaría de Educación Pública  
Preparatoria Abierta

Ecología. Contaminación Medio Ambiente  
Turk Turk Wittes  
Ed. Mc Graw Hill Interamericana

## LIGAS

Ecología. Medio ambiente agrícola. Pesticidas:

<http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/ecologia.html>

<http://www1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/09ProdQui/110Pestic.htm>

<http://www.envtox.ucdavis.edu/CEHS/TOXINS/SPANISH2/Pesticides.htm>

Desechos radiactivos. Contaminación del aire:

<http://iibce.edu.uy/posdata/drit.htm>

[http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/ateneo/dossier/nuclear/ecoweb/nuclear\\_desechos.htm](http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/ateneo/dossier/nuclear/ecoweb/nuclear_desechos.htm)

[http://www.windows.ucar.edu/tour/link=/milagro/effects/pollution\\_effects\\_overview.sp.html](http://www.windows.ucar.edu/tour/link=/milagro/effects/pollution_effects_overview.sp.html)

<http://www.conam.gob.pe/educamb/qcontam.htm>

Contaminación del agua. Desechos sólidos:

[http://html.rincondelvago.com/contaminacion-del-agua\\_4.html](http://html.rincondelvago.com/contaminacion-del-agua_4.html)

<http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/agua.html>

<http://www.conam.gob.pe/educamb/qcontam.htm>

El crecimiento de las poblaciones humanas. Contaminación térmica. El ruido:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Demograf%C3%ADa>

<http://www.conam.gob.pe/educamb/qcontam.htm>