

13  
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE QUÍMICA

EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUÍMICA

PROPUESTA DE PRÁCTICAS PARA EDUCACIÓN AMBIENTAL  
A NIVEL MEDIO BÁSICO

TRABAJO ESCRITO VÍA CURSOS DE EDUCACIÓN CONTINUA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICA

P R E S E N T A

TERESA MARTÍNEZ GONZÁLEZ



MÉXICO, D.F.

1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

264715



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO**

**PRESIDENTE: PROF.: MANRIQUEZ GONZÁLEZ ADRIÁN JAVIER**

**VOCAL: PROF. TORRES BARRERA RODOLFO**

**SECRETARIO: PROF. LUNA PABELLO VÍCTOR MANUEL**

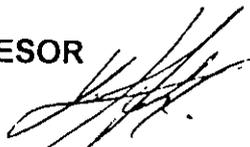
**1er. SUPLENTE: PROFA. CALDERÓN VILLAGÓMEZ HILDA ELIZABETH**

**2<sup>do</sup>. SUPLENTE: PROF. MALDONADO TAPIA MARIO ALBERTO**

**SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:**

**LABORATORIO 301, PROGRAMA DE INGENIERIA QUÍMICA AMBIENTAL Y QUÍMICA AMBIENTAL, FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM.**

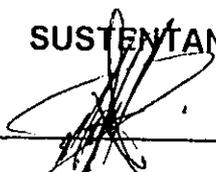
**ASESOR**



---

**DR. LUNA PABELLO VÍCTOR MANUEL**

**SUSTENTANTE**



---

**MARTÍNEZ GONZÁLEZ TERESA**

## **PROPUESTA DE PRÁCTICAS PARA EDUCACIÓN AMBIENTAL A NIVEL MEDIO BÁSICO**

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>Marco de referencia</b>	<b>2</b>
<b>Objetivo</b>	<b>3</b>
<b><u>TEMA UNO. SISTEMAS AMBIENTALES</u></b>	
<b>1.1.- Ciclos biogeoquímicos: carbono, azufre, nitrógeno, fósforo y agua</b>	<b>4</b>
<b>1.2.- Efecto de la contaminación ambiental en los ciclos biogeoquímicos</b>	<b>14</b>
<b>1.3.- Serie de prácticas para el reuso y reciclado de material de desecho</b>	<b>16</b>
<b>Práctica I: Elaboración de papel</b>	<b>16</b>
<b>Práctica II: Reciclado de material de desecho</b>	<b>19</b>
<b>1.4.- Normatividad ambiental Nacional</b>	<b>22</b>
<b><u>TEMA DOS: CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA</u></b>	
<b>2.1.- Características del aire</b>	<b>23</b>
<b>2.2.- Principales contaminantes, fuentes y consecuencias</b>	<b>24</b>
<b>2.3.- Serie de prácticas sobre contaminantes en la atmósfera</b>	<b>30</b>
<b>Práctica III: Producción e identificación del dióxido de carbono</b>	<b>30</b>
<b>Práctica IV: Presencia de anhídrido sulfuroso</b>	<b>32</b>
<b>Práctica V: Pulmón fumador</b>	<b>34</b>
<b>Práctica VI: Evaluación de la contaminación por uso vehicular</b>	<b>37</b>
<b>Práctica VII: Evaluación por partículas suspendidas</b>	<b>39</b>
<b>Práctica VIII: Efecto invernadero</b>	<b>41</b>
<b>Práctica IX: Medición de pH en lluvia</b>	<b>43</b>
<b>Práctica X: Reconocimiento de plomo</b>	<b>45</b>
<b>2.4.- Algunos aspectos de la calidad del aire y su normatividad</b>	<b>48</b>

### **TEMA TRES. CONTAMINACIÓN ACUÁTICA**

<b>3.1.- Características y tipos de agua</b>	<b>53</b>
<b>3.2.- Fuentes de contaminación y consecuencias ambientales y depuración</b>	<b>55</b>
<b>3.3.- Serie de prácticas demostrativas sobre tratamiento de aguas residuales</b>	
<b>Práctica XI: Elaboración de filtros de arena y grava</b>	<b>67</b>
<b>Práctica XII: Uso de floculantes para la limpieza de agua</b>	<b>70</b>
<b>Práctica XIII: Tratamiento biológico como alternativa</b>	<b>73</b>
<b>Práctica XIV: Eliminación de color en agua</b>	<b>76</b>
<b>3.4.- Algunos aspectos de la calidad de agua y su normatividad</b>	<b>78</b>

### **TEMA CUATRO: CONTAMINACIÓN TERRESTRE**

<b>4.1.- Características del suelo</b>	<b>80</b>
<b>4.2.- Fuentes de contaminación y consecuencias ambientales</b>	<b>82</b>
<b>4.3.- Ejemplos de tratamientos para desechos no peligrosos</b>	<b>91</b>
<b>4.4.- Serie de prácticas sobre el proceso de degradación de los residuos orgánicos</b>	
<b>Práctica XV: Elaboración de una composta</b>	<b>94</b>
<b>Práctica XVI: Elaboración de un digestor</b>	<b>97</b>
<b>Práctica XVII: Biodegradación de basura</b>	<b>99</b>
<b>Práctica XVIII: Lixiviados de basura doméstica</b>	<b>102</b>
<b>4.5.- Aspectos en la calidad del suelo y su normatividad</b>	<b>105</b>

### **TEMA CINCO: CONTAMINACIÓN POR RUIDO**

<b>5.1.- Características del ruido</b>	<b>107</b>
<b>5.2.- Consecuencias ambientales</b>	<b>109</b>
<b>Práctica XIX: Dispersión del ruido</b>	<b>111</b>
<b>5.4.- Aspecto y normatividad del ruido</b>	<b>113</b>

<b><u>CONCLUSIÓN</u></b>	<b>115</b>
--------------------------	------------

<b><u>BIBLIOGRAFÍA</u></b>	<b>116</b>
----------------------------	------------

<b>Anexo I: Glosario de términos útiles</b>	<b>119</b>
---	------------

<b>Anexo II: Literatura recomendada</b>	<b>134</b>
---	------------

**A mis padres**

**Héctor y Enriqueta**

**A mi hija**

**Frida**

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo principal proporcionar una propuesta para la impartición de prácticas en la asignatura de **EDUCACIÓN AMBIENTAL** que se cursa a nivel medio básico. Se busca proponer alternativas al método tradicional de estudiar Educación Ambiental la cual sólo consiste en abordar algunos de los fenómenos o los problemas que afectan la sociedad, limitándose frecuentemente a la memorización de conceptos y/o a la consulta de información .

En este trabajo el enfoque dado al problema ambiental permite su estudio desde el punto de vista multifactorial, es decir considerando varias vertientes, desde luego se incluye el aspecto social para su comprensión integral. Para ello se presenta una serie de prácticas que permiten no solo vincular al alumno con la problemática ambiental, sino hacerlo participe de sus posibles soluciones.

En este documento se encuentran contenidas un total de 19 prácticas las cuales contemplan, de manera global, la problemática ambiental y permiten iniciar al alumno a la reflexión, para desencadenar actitudes con una mejor óptica frente a los problemas ambientales, dando posibles soluciones, que pueden ir implementándose paulatinamente en el ambiente inmediato que circunda.

En términos generales, cada unidad trata de estimular el interés del alumno sobre los diferentes efectos que la actividad humana ejerce en la naturaleza.

Por tal motivo, se puede afirmar que este trabajo se realizó como una propuesta encaminada a buscar su mayor participación en las diferentes actividades previstas, así como promover la organización, realización y evaluación de diferentes prácticas, de tal manera que se procure la formación en los alumnos de un criterio suficientemente sólido para que trascienda más allá de lo cognoscitivo, es decir que sea de carácter aplicativo, aún fuera de las aulas.

### MARCO DE REFERENCIA

La problemática de la contaminación ambiental ha cobrado gran importancia en los últimos años, debido al deterioro del ambiente, por lo que diversas organizaciones locales y extranjeras, han implementado diversos mecanismos para poderla controlar y disminuir, así mismo en lo posible evitar su generación.

Una decisión atinada ha sido la de establecer una **Educación Ambiental** para todos, siendo la Secretaria de Educación Pública (SEP), una de las instituciones preocupadas en impulsarla es lo cual queda de manifiesto al establecer la asignatura de **EDUCACIÓN AMBIENTAL** a nivel medio básico. Esta asignatura apenas implementada en 1993, era escasa en información ya que no se contaba con libros que tocarán todo el temario establecido. Fue hasta 1996 cuando por medio de Fideicomiso Ambiental, se publican varias obras que abordan la totalidad del temario establecido por la SEP (SEP, 1993).

No obstante, a pesar del gran contenido de información vertido en dichas obras, Educación Ambiental toma un lineamiento sociológico, es decir que sólo es

Por tal motivo, se puede afirmar que este trabajo se realizó como una propuesta encaminada a buscar su mayor participación en las diferentes actividades previstas, así como promover la organización, realización y evaluación de diferentes prácticas, de tal manera que se procure la formación en los alumnos de un criterio suficientemente sólido para que trascienda más allá de lo cognoscitivo, es decir que sea de carácter aplicativo, aún fuera de las aulas.

### MARCO DE REFERENCIA

La problemática de la contaminación ambiental ha cobrado gran importancia en los últimos años, debido al deterioro del ambiente, por lo que diversas organizaciones locales y extranjeras, han implementado diversos mecanismos para poderla controlar y disminuir, así mismo en lo posible evitar su generación.

Una decisión atinada ha sido la de establecer una **Educación Ambiental** para todos, siendo la Secretaria de Educación Pública (SEP), una de las instituciones preocupadas en impulsarla es lo cual queda de manifiesto al establecer la asignatura de **EDUCACIÓN AMBIENTAL** a nivel medio básico. Esta asignatura apenas implementada en 1993, era escasa en información ya que no se contaba con libros que tocarán todo el temario establecido. Fue hasta 1996 cuando por medio de Fideicomiso Ambiental, se publican varias obras que abordan la totalidad del temario establecido por la SEP (SEP, 1993).

No obstante, a pesar del gran contenido de información vertido en dichas obras, Educación Ambiental toma un lineamiento sociológico, es decir que sólo es

considerado como un problema social, por lo que el alumno solo memoriza conocimientos y consulta posibles fuentes lo cual resulta insuficiente. Un mejor enfoque sería contemplar la problemática de un carácter diverso de tal manera que se permita la vinculación directa del alumno no únicamente con la problemática sino también con sus posibles soluciones. Por lo tanto, esta asignatura debe impulsarse con un carácter científico, ya que no sólo debe quedarse a nivel informativo, sino hacer consciente al individuo, de tal manera que al palpar la problemática se haga participe en la solución de la misma.

Si bien, las obras existentes en la actualidad, tienen prácticas relativas al tema, no tienen la importancia debida además de ser escasas.

Lo anterior, no debe entenderse como un desdén a los esfuerzos realizados a la fecha, sino como una forma de enfatizar que falta mucho por hacer y que el presente trabajo tiene como finalidad contribuir desde el punto de vista educativo, en la búsqueda de soluciones a la grave problemática ambiental que se vive actualmente. Para ello este trabajo aporta una serie de prácticas asociadas con diferentes tipos de contaminación ambiental.

## **OBJETIVO**

El objetivo de este trabajo, es proponer una serie de prácticas orientadas sistemáticamente y que sirvan de apoyo didáctico en la impartición de la asignatura "Educación Ambiental".

considerado como un problema social, por lo que el alumno solo memoriza conocimientos y consulta posibles fuentes lo cual resulta insuficiente. Un mejor enfoque sería contemplar la problemática de un carácter diverso de tal manera que se permita la vinculación directa del alumno no únicamente con la problemática sino también con sus posibles soluciones. Por lo tanto, está asignatura debe impulsarse con un carácter científico, ya que no sólo debe quedarse a nivel informativo, sino hacer consciente al individuo, de tal manera que al palpar la problemática se haga participe en la solución de la misma.

Si bien, las obras existentes en la actualidad, tienen prácticas relativas al tema, no tienen la importancia debida además de ser escasas.

Lo anterior, no debe entenderse como un desdén a los esfuerzos realizados a la fecha, sino como una forma de enfatizar que falta mucho por hacer y que el presente trabajo tiene como finalidad contribuir desde el punto de vista educativo, en la búsqueda de soluciones a la grave problemática ambiental que se vive actualmente. Para ello este trabajo aporta una serie de prácticas asociadas con diferentes tipos de contaminación ambiental.

## **OBJETIVO**

El objetivo de este trabajo, es proponer una serie de prácticas orientadas sistemáticamente y que sirvan de apoyo didáctico en la impartición de la asignatura "Educación Ambiental".

## TEMA UNO: SISTEMAS AMBIENTALES

Hasta hace poco tiempo, la ECOLOGÍA fue considerada en círculos académicos como una rama de la biología, no obstante el enfoque ha cambiado y se ha dirigido hacia el estudio de los sistemas del ambiente. Así, la Ecología ha avanzado de una división de las ciencias biológicas hasta ser una ciencia interdisciplinaria que agrupa las ciencias biológicas, físicas, sociales y químicas (Odum, 1986).

Al hablar de sistemas ambientales se tendrá que hablar de ciclos biogeoquímicos y de todos los desechos que se generan de las diferentes actividades humanas las cuales son vertidas indiscriminadamente en la naturaleza. La disposición inadecuada de dichos desechos invariablemente ocasionan dificultades. Para su control, transformación y/o degradación, usualmente se requieren altos costos e inversiones, por lo que al no tratarse correctamente se origina su acumulación sobre todo en las grandes urbes o espacios cercanos a estas.

A continuación se darán algunas definiciones útiles, así como información general de los ciclos biogeoquímicos más importantes (LGEEPA, 1996).

**Ambiente:** Condiciones de un lugar, que parecen favorables o no para las personas, animales o cosas que en el están.

**Basura:** Contaminante o desecho material.

**Contaminación:** La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

**Contaminante:** Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas que al incorporarse en la atmósfera, suelo, agua, flora o en cualquier elemento natural, altera o modifica su composición y condición natural.

## 1.1.- CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

Un ciclo biogeoquímico es el proceso natural por lo cual una sustancia se moviliza en la biosfera. Puede incluir el transporte a través de varios medios (aire, agua, suelo) seguido por una transformación ambiental y su acarreo a través de uno o varios ecosistemas. También se le llama ciclo biológico, dentro de los cuales figura el ciclo del agua, ciclo del nitrógeno entre otros. Los seres vivos dependen de los recursos que brinda la naturaleza. Debe recordarse que todos los organismos interactúan con el medio en que viven, ya que del obtienen la materia y energía necesaria para poder realizar sus funciones. La fuente principal de energía es el sol y éste desencadena una serie de procesos de los que dependen los seres autótrofos, tal es el caso de la fotosíntesis, fenómeno mediante el cual las plantas elaboran sus alimentos, convirtiéndose así en productores primarios de materia orgánica y sirviendo como fuente de nutrimentos para los organismos heterótrofos. Los macronutrimentos y micronutrimentos se encuentran en la naturaleza y consecuentemente están presentes también en los ciclos biogeoquímicos. Los ciclos biogeoquímicos pueden ser de tipo gaseoso como el del oxígeno, el carbono y el nitrógeno, o de tipo sedimentario como el azufre y el fósforo. Debido a la importancia de los ciclos biogeoquímicos, se dará un breve explicación de lo relativo al carbono, nitrógeno, azufre, fósforo ya que estos elementos son los más abundantes en la naturaleza. Adicionalmente, por su importancia se incluye el ciclo del agua. Cabe mencionar que el hecho de abordar por separado los ciclos antes mencionados es solo para fines prácticos, ya que de manera natural todos ellos se encuentran estrechamente interrelacionados.

## CICLO BIOGEOQUÍMICO DEL CARBONO

El carbono es uno de los elementos más importantes de la naturaleza y combinado con oxígeno forma monóxido de carbono y dióxido de carbono (Beltrán, 1996). También forma sales de carbonato, es elemento básico para los compuestos orgánicos como son las proteínas, carbohidratos, grasas y ácidos nucleicos. En la FIG. 1 se presenta un esquema simplificado del ciclo del carbono.

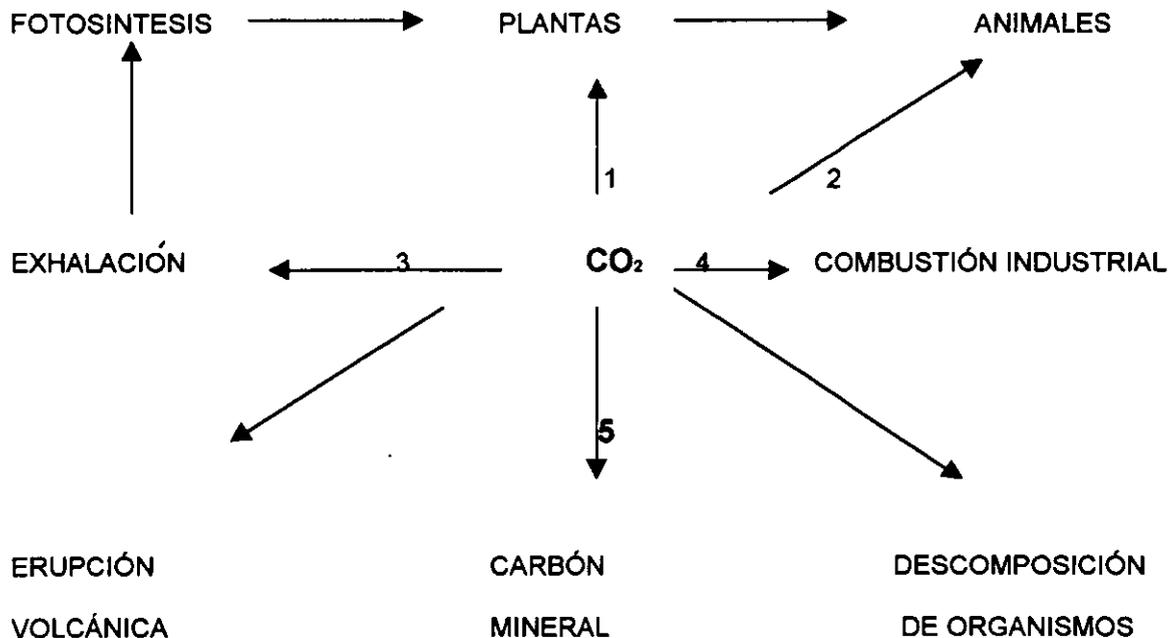


FIG. 1. Ciclo biogeoquímico simplificado del carbono

- (1) Los organismos productores primarios (vegetales) absorben el bióxido de carbono del aire o agua y lo transforman en carbohidratos
- (2) Los consumidores primarios (animales herbívoros) se alimentan de estos vegetales, incorporando el carbono a su estructura
- (3) Los organismos de respiración aerobia (los que utilizan oxígeno) aprovechan la glucosa en este proceso y al degradarla, es decir cuando se utiliza en su metabolismo, el carbono que lo forma se libera para formarse nuevamente el bióxido de carbono el cual se libera a la atmósfera o se incorpora al agua.
- (4) Los desechos de las plantas y animales, así como los restos de organismos, se descomponen por la acción de ciertos hongos y bacterias los cuales durante el proceso de putrefacción desprenden  $\text{CO}_2$ .
- (5) En los niveles profundos de la tierra, el carbono contribuye a la formación de compuestos fósiles, tales como el petróleo.
- (6) Durante las erupciones volcánicas se liberan parte del carbono constituyente de las rocas de la corteza terrestre.
- (7) Una parte del bióxido de carbono disuelto en agua marinas, ayuda algunos organismos a formar estructuras como las conchas.

## CICLO BIOGEOQUÍMICO DEL NITRÓGENO

El nitrógeno existente en la atmósfera es muy abundante, representa aproximadamente el 78% del volumen del aire. La fijación del nitrógeno consiste en la conversión de este elemento en otros compuestos de utilidad para plantas. Existen bacterias llamadas fijadoras de nitrógeno y también se han encontrado que algunas algas, como las verde-azules, realizan el proceso (Beltrán, 1996).

A continuación en la FIG. 2, se presenta un esquema simplificado del ciclo biogeoquímico del nitrógeno

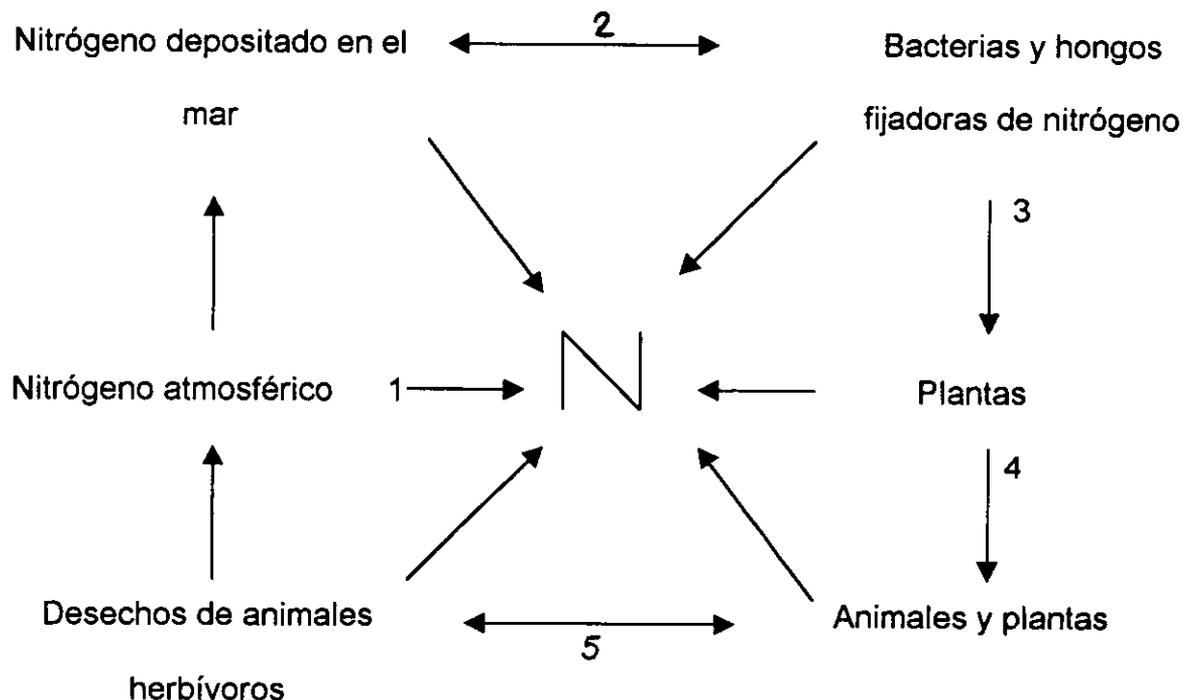


FIG. 2. Ciclo biogeoquímico simplificado del nitrógeno

- (1) El nitrógeno atmosférico puede fijarse mediante descargas eléctricas en las tormentas, como producto de la actividad volcánica y por medio de la iluminación. Los compuestos nitrogenados son arrastrados para depositarlo en el suelo o en los lechos marinos.
- (2) El nitrógeno que llega al fondo oceánico es aprovechado por los vegetales acuáticos y posteriormente por los consumidores primarios.
- (3) Las bacterias fijadoras de nitrógeno introducen éste a las plantas para que puedan emplearlo y llevar a cabo sus funciones.
- (4) Los animales obtienen nitrógeno al ingerir vegetales
- (5) Los desechos orgánicos eliminados por los seres vivos o por los restos en descomposición de los mismos, que tienen nitrógeno pueden ser degradados por hongos o bacterias que lo convierten en otros compuestos como: amoníaco, iones amonio, nitrato, nitrito o nitrógeno gaseoso el cual es incorporada a la atmósfera, promoviendo el reinicio del ciclo.

## CICLO BIOGEOQUÍMICO DEL AZUFRE

El azufre es un micronutriente para las plantas y animales. También es un constituyente esencial de ciertos aminoácidos como la cisteína y metionina.

Durante este ciclo ocurren los siguientes eventos que se ilustran en la FIG. 3:

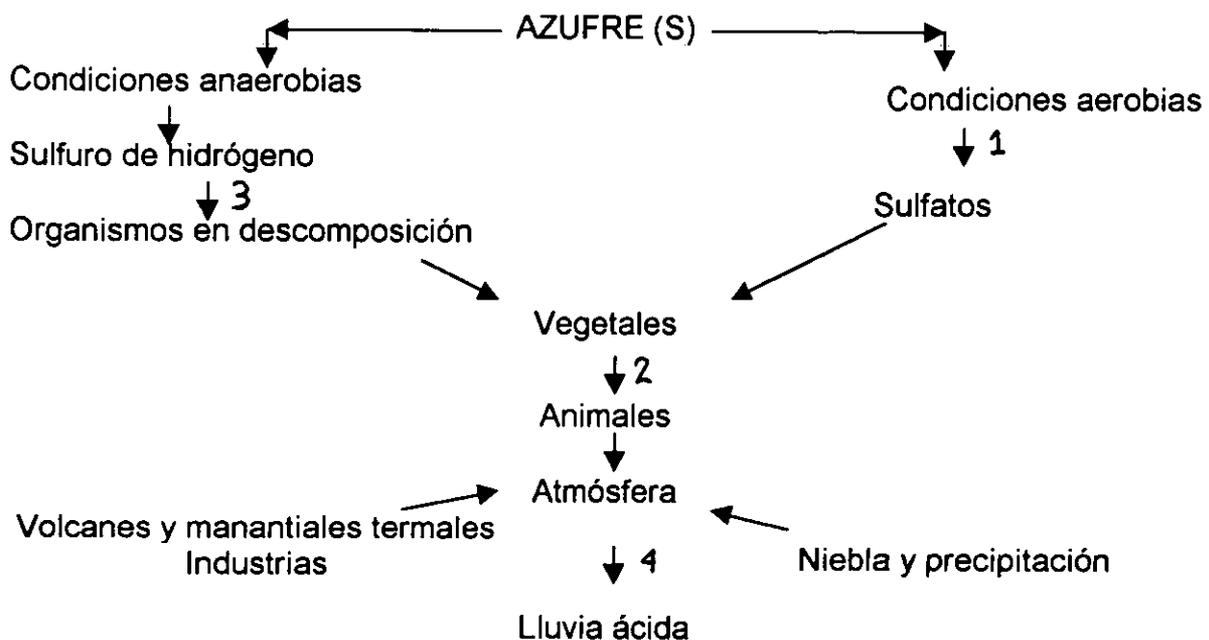


FIG 3. Ciclo biogeoquímico del azufre

- (1) El azufre, como sulfato, es aprovechado por los vegetales para sus principales funciones
- (2) Los consumidores primarios, cuando ingieren estos vegetales, lo incorporan a su organismo como parte de los aminoácidos
- (3) El azufre puede llegar a la atmósfera como sulfuro de hidrógeno o bióxido de azufre, ambos gases provenientes de volcanes activos y por la descomposición de materia orgánica
- (4) Cuando en la atmósfera se combinan compuestos del azufre con el agua, se forma el ácido sulfúrico, el cual es uno de los constituyentes de la lluvia ácida

## CICLO BIOGEOQUÍMICO DEL FÓSFORO

El fósforo es un elemento que al incorporarse en la materia viva se le puede localizar en el protoplasma, los ácidos nucleicos y moléculas como el ATP, se encuentra también en los huesos y dientes.

La mayor reserva del fósforo se encuentra en la corteza terrestre y en los depósitos de rocas marinas.

Su ciclo se puede explicar acorde con la FIG. 4:

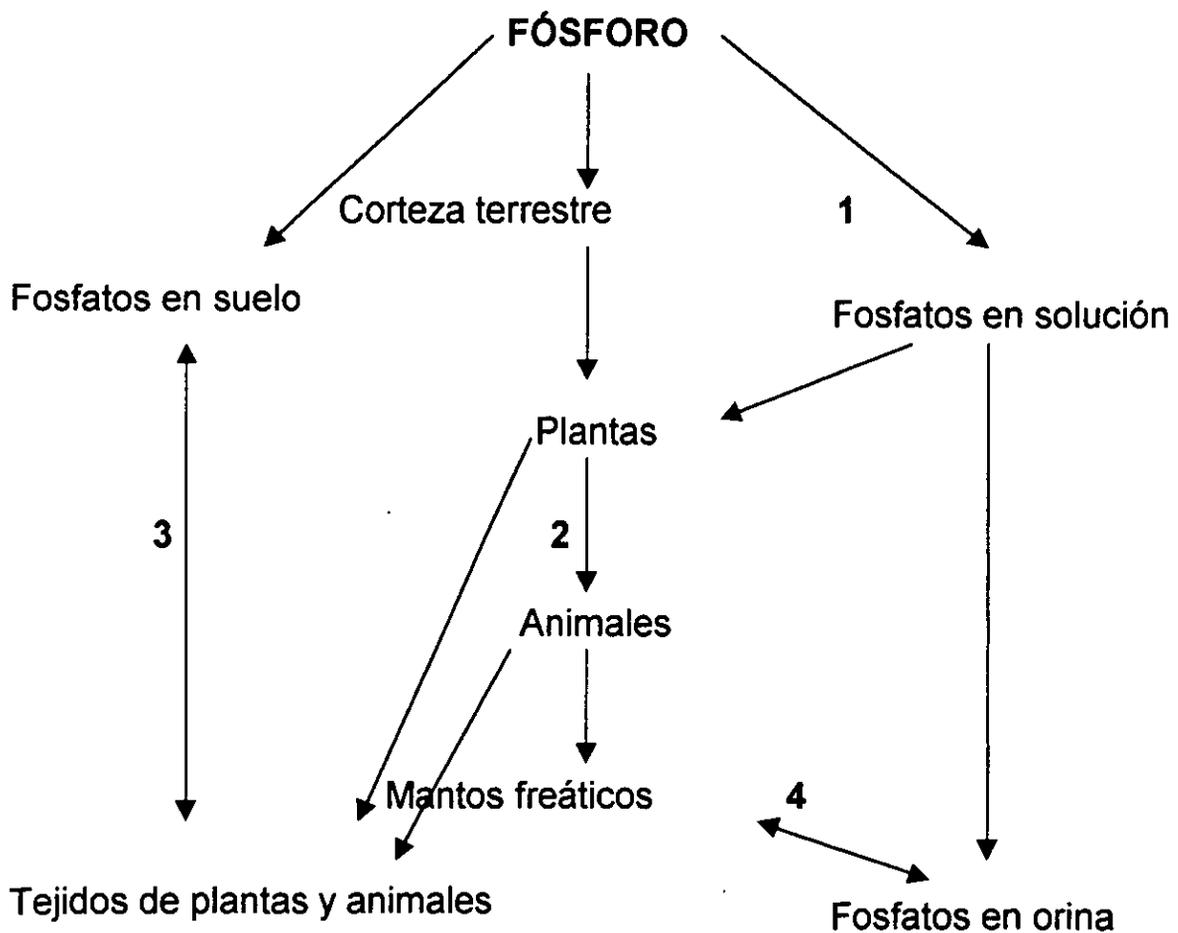


FIG. 4. Ciclo biogeoquímico simplificado del fósforo

- (1) Se libera de las rocas y el suelo hacia los ecosistemas, donde se disuelve en el agua del terreno para ser utilizado por los vegetales
- (2) Los animales obtienen fósforo al alimentarse de las plantas o de otros animales que lo hayan ingerido
- (3) Al morir las plantas o los animales liberan fósforo que se reintegra al suelo, puede disolverse y ser arrastrado hacia los mantos freáticos
- (4) El excremento de muchas aves, contiene fósforo, por lo que al depositarse se incorporan en pequeñas cantidades a manera de fosfatos

## CICLO BIOGEOQUÍMICO DEL AGUA

El ciclo del agua es muy importante ya que sin este compuesto no es posible la forma de vida tal y como se conoce en la actualidad. El agua es el medio por el que se trasladan la mayoría de nutrientes en los seres vivos y en el ambiente (Beltrán, 1996). Este ciclo se explica brevemente en la FIG. 5

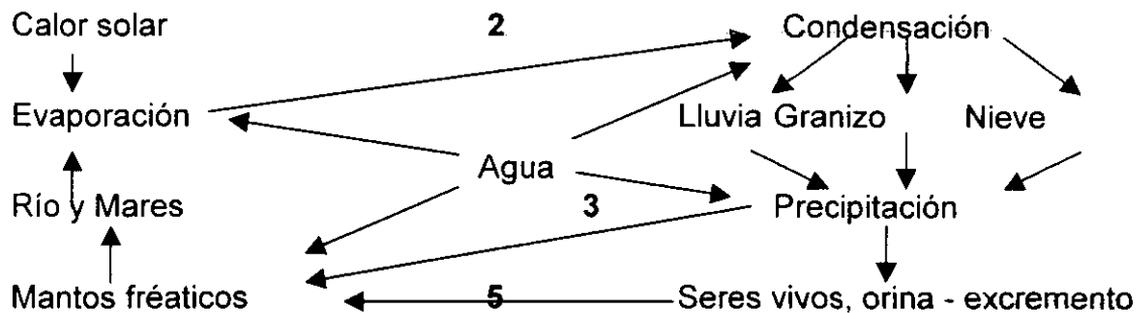


FIG. 5. Ciclo biogeoquímico simplificado del agua

- (1) La energía del sol provoca que el agua se evapore y llegue a la atmósfera como vapor, este al enfriarse permite que se formen las nubes
- (2) Cuando las nubes se saturan, esta regresa a la superficie de la tierra precipitándose como lluvia, nieve o granizo
- (3) Al caer la lluvia, parte es aprovechada por los seres vivos y otra se filtra a las capas subterráneas formando depósitos conocidos como mantos freáticos
- (4) Los depósitos de agua forman corrientes que desembocan en el mar o emergen a la superficie como manantiales
- (5) Los seres vivos eliminan vapor de agua durante la transpiración y como producto de la respiración. En la orina y el excremento también se elimina agua.

## **1.2.-EFECTO DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS**

A continuación se mencionarán los principales efectos en los ciclos biogeoquímicos como consecuencia de la contaminación (*Heres et al., 1996*).

### **Efecto en ciclo biogeoquímico del agua**

A este respecto puede decirse que el aire contaminado afecta el ciclo del agua en su paso por la atmósfera, ya que cuando entra en contacto con el dióxido de azufre, el dióxido y monóxido de carbono, forma al combinarse con el vapor de agua, el ácido sulfúrico y ácido carbónico lo que a su vez produce la lluvia ácida la cual al caer afecta plantas, bosques, animales, etc.

### **Efecto en el ciclo biogeoquímico del nitrógeno**

Este ciclo se ve afectado en el suelo, porque la lluvia ácida daña y mata las bacteria, tanto nitrificadores como desnitrificadores. Así por un lado al morirse las bacteria nitrificadoras la transformación de compuestos amoniacaes no ocurre por lo que dicho compuesto se acumula y a la vez se dejan de producir nitratos que son formas de las sales de nitrógeno requeridas por las plantas. En consecuencia estas no pueden desarrollarse normalmente incluso algunas no maduran ni se reproducen. Por otro lado cuando mueren las bacterias desnitrificadoras en el suelo quedan muchos compuestos nitrogenados sin descomponerse propiciando un inadecuado flujo de nitrógeno.

### **Efecto en el ciclo biogeoquímico del fósforo**

También es afectado por la lluvia ácida, porque los ácidos disuelven con más facilidad los fosfatos de las rocas y sobre todo los del suelo así se arrastran al agua hacia los ríos, lagos y mares.

### **Efecto en el ciclo biogeoquímico del azufre**

Su punto crítico se encuentra en el agua. Debido a la quema de combustibles por parte de la industria y vehículos automotores, se liberan al aire grandes cantidades de bióxido de azufre. Este al combinarse con el agua también forma concentraciones elevadas de ácido sulfúrico.

En consecuencia se queman los tejidos de las plantas y animales y los nutrimento a base de fosfato son arrastrados de los suelos a los ríos, lagos, mares con lo cual el suelo pierde su fertilidad.

El efecto de la contaminación atmosférica deteriora los ecosistemas y cadenas alimentarias, incluyendo por supuesto tanto a los animales y plantas, como al propio ser humano.

## 1.4.- PRÁCTICAS PARA EL REUSO Y RECICLADO DE MATERIALES DE DESECHO

### PRÁCTICA I: ELABORACIÓN DE PAPEL

Objetivo: El alumno aprenderá a elaborar papel con desechos del mismo.

#### Introducción

Como se sabe el papel que se utiliza en la elaboración de libretas, libros, periódicos y el papel higiénico proviene de árboles talados en el bosque, los cuales ya se están terminando.

Si se reciclara el papel por cada tonelada de papel reciclado, en lugar de la celulosa obtenida de la madera se reduciría el 25 al 65 % de energía y el 95 % de los contaminantes, sin mencionar los árboles que se salvarían.

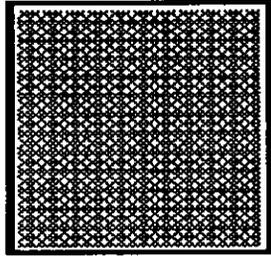
El reciclado de una tonelada de papel elimina más de 27 kg de contaminantes del aire y evita el uso de aproximadamente 17 árboles (*Sánchez et al., 1996*).

#### Material

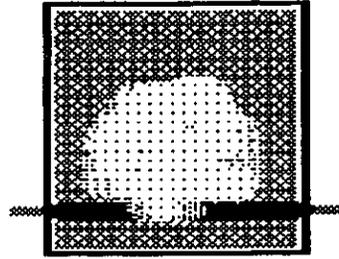
- Bastidor ( un marco de madera)
- Papel que no se utilice como: periódico, hojas de papel ya utilizadas
- Licuadora
- Blanqueador
- Pintura vegetal (color claro)
- Tela de alambre muy cerrada o malla de plástico o tela nylon
- Agua tibia
- Recipiente grande
- Rodillo
- Tela absorbente

## Procedimiento

- 1.- En el marco de madera, colocar la tela de alambre, como indica la FIG. 1, cuidando de fijarlo bien
- 2.- Despedasar el papel y remojarlo en agua tibia por 30 minutos
- 3.- Para mejorar el resultado, moler el papel por 2 minutos en la licuadora
- 4.- Coloque la mezcla o papilla en un recipiente grande
- 5.- Agregue 10 gotas de blanqueador, mezclar sin salpicar
- 6.- Colar la mezcla, con ayuda de bastidor
- 7.- Lavar con abundante agua la papilla
- 8.- Regresar al recipiente nuevamente la papilla, adicionar el color, previamente disuelto en agua
- 9.- Colar nuevamente la papilla en el bastidor
- 10.- Con el rodillo extender toda la papilla, en el bastidor
- 11.- Retirar la pasta del bastidor, volteándolo con mucho cuidado y colocarlo sobre la tela absorbente
- 12.- Cubrir con otra tela para absorber más rápidamente el exceso de agua
- 13.- Colocar libros u objetos muy pesados sobre ella, después de 4 horas retirarlos
- 14.- Colocar al sol la hoja de papel parcialmente seca
- 15.- El papel estará listo para su uso en cuanto se seque



**BASTIDOR CON  
MAJLA DE  
PLÁSTICO**



**EXTENDER LA PAPILLA  
CON EL RODILLO**

FIG. 1. Elaboración de papel

### Cuestionario

A.- ¿Que otro tipo de material se puede utilizar para este método?

B.- Elaborar un cuaderno de 10 hojas con este procedimiento

## **PRÁCTICA II: RECICLADO DE MATERIALES DE DESECHO**

Objetivo: Enseñar al alumno para que aproveche los diferentes tipos de material dándole un uso.

### **Introducción**

La educación ambiental tiene como prioridad el tratar de disminuir la contaminación por lo que se ha pensado en aprovechar un poco la basura que genera diariamente. Lo anterior debido a que en una sociedad consumista, se utiliza una gran cantidad de frascos de vidrio y plástico, latas, bolsas de papel, vasos, etc. Material que no se utiliza ni se aprovecha para su reciclamiento por lo que se vuelve contaminante.

### **Material**

- Papel de colores
- Pintura
- Cascarón de huevo
- Corcholatas de metal
- Bola de unicel
- Botellas de vidrio o plástico
- Frascos de vidrio o plástico
- Cajas de zapatos
- Latas de refresco o jugos o alimentos
- Un globo

### **Procedimiento**

Como son muchos los procedimientos que se puede llevar a cabo con una gran diversidad de material, se tratará de mostrar con imágenes lo que se pretende obtener, lo cual evidentemente puede ser mejorado de acuerdo a la imaginación de cada quien.

1.- Con las botellas decorativas se obtendrán floreros, porta lápices o guarda todo, así como una lámpara de alcohol que se puede utilizar cuando no haya luz, cómo lo ilustra la FIG. 1



FIG. 1. Botellas decorativas

2.- Utilizar las cajas de cartón para zapatos, una vez vacías pegar la tapa de una con la base de otra y forrar con papel de colores o pintura, colocar letreros que indique el contenido, se podrá hacer un archivero para guardar cosas pequeñas cómo lo muestra la FIG. 2.

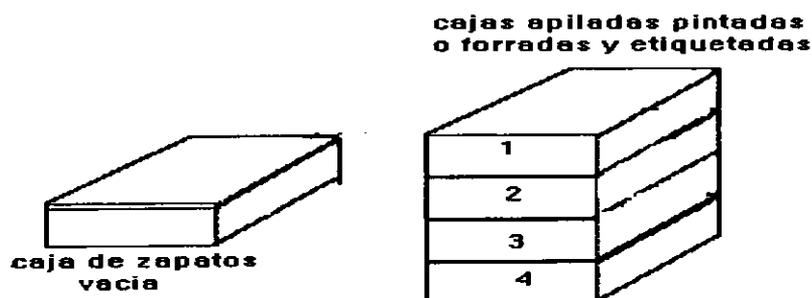


FIG. 2. Archiveros

3.- Con los botes se podrá hacer unas lamparas muy vistosas perforando con un clavo muchas veces e introduciendo un foco ya montado en su "socket" con cable y enchufe, cómo lo ilustra la FIG. 3.

También se puede hacer maceteros, porta lápices, guarda todo, sólo se tiene que utilizar la imaginación.

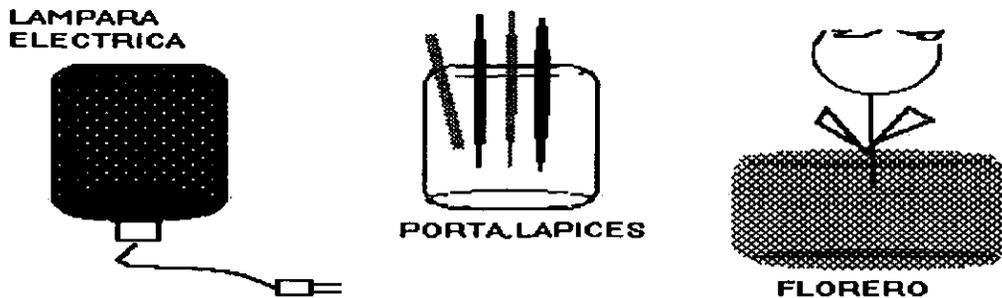


FIG. 3. Botes vistosos

4.- Con corcholatas se puede hacer un tapete para la entrada de la casa o una base para colocar cosas calientes sobre ella

5.- Con ayuda de el globo y engrudo se puede hacer una piñata de papel o una máscara para la próxima fiesta y decorarla al gusto.

### Cuestionario

A.- ¿Que otros usos se le puede dar a lo que se elaboró?

B.- Con otro tipo de material, elabora una propuesta de reuso.

### 1.3.- NORMATIVIDAD AMBIENTAL NACIONAL

Para dar posibles soluciones para la disminución de los niveles de contaminación, se debe estar consciente del problema, de como se genera y como se puede evitar.

En nuestro país se han implementado diversos mecanismos de control, una de ellos es la generación de normas y programas que rigen la calidad del ambiente, a continuación se mencionarán algunos documentos relacionados vigentes en materia de protección ambiental.

#### **Para el aire:**

Programa integral contra la contaminación atmosférica.

Programa de contingencia ambiental

#### **Para el agua:**

Ley federal de derechos en materia de agua 1997 (CNA,1997)

NOM 001-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de los contaminantes en las descargas de agua y bienes nacionales.

NOM 127-SSAI-1994 Salud ambiental, agua para su uso y consumo humano

Ley de aguas nacionales 1996 (CNA,1996)

#### **Para el suelo:**

NOM para la prevención y control de contaminantes del suelo

NOM para la fabricación y utilización de empaques y envases

#### **Para el ruido:**

Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido. Reglamento de los límites permisibles de emisión de ruido

También existe reglamentos y disposiciones para la protección de zonas de reserva ecológica, conservación de flora y fauna entre otras.

## TEMA DOS: CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

### 2.1.- CARACTERÍSTICAS DEL AIRE

El aire natural forma una capa de aproximadamente 500 000 millones de toneladas que rodea a la tierra y esta compuesto de acuerdo con la TABLA 1.

Como se puede observar el nitrógeno es el componente de mayor porcentaje en volumen y en segundo lugar se encuentra el oxígeno.

TABLA 1. Componentes del aire en por ciento en volumen

Componente	Símbolo	% en volumen
Nitrógeno	N	78.03
Oxígeno	O	20.99
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	0.03
Argón	Ar	0.94
Neón	Ne	0.00123
Helio	He	0.0004
Kriptón	Kr	0.00005
Xenón	Xe	0.000006
Hidrógeno	H	0.01
Metano	CH <sub>4</sub>	0.0002
Óxido nitroso	N <sub>2</sub> O	0.00005
Vapor de agua	H <sub>2</sub> O	Variable
Partículas		Variable
Ozono	O <sub>3</sub>	Variable

(Fuente: Cortéz y Shirásag, 1994)

## 2.2.- PRINCIPALES CONTAMINANTES, FUENTES Y CONSECUENCIAS AMBIENTALES

**Los contaminantes más comunes en el aire son los siguientes:**

- A.- Óxidos de carbono como: monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- B.- Óxidos de azufre como: el anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>)
- C.- Óxidos de nitrógeno como: Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)
- D.- Ozono (O<sub>3</sub>)

La mayor parte de estos contaminantes se obtienen de la quema de combustibles fósiles, en gran parte utilizados por el autotransporte y la industria, aunque también se generan de forma natural como por ejemplo por erupción volcánica o un incendio del bosque, lo que lleva a tener consecuencias ambientales inmediatas como las abajo señaladas.

### **Consecuencias ambientales**

Las partículas suspendidas totales (PST) son una mezcla muy compleja de diminutos fragmentos sólidos o líquidos. Son la causa principal de la disminución de la visibilidad del aire conocida como nebluno o smog (*Gutiérrez et al., 1997*).

Cuando en el aire se encuentran altas concentraciones de partículas y óxidos de azufre forman una pareja peligrosa, si se eleva la contaminación y coincide con una inversión térmica de varios días de duración y mucha humedad, se genera un

gran riesgo para la salud humana, pudiendo llegar a repetirse los desastres ambientales como lo ocurridos en Londres en 1948-1952 en donde perecieron personas de edad avanzada (*Fuentes, 1991*). Por eso es necesario informar de los efectos que se están teniendo y los riesgos que se pueden incurrir si no se toman las medidas oportunas.

### **Inversión térmica**

En condiciones atmosféricas normales, el aire en contacto directo con el suelo, tiene una temperatura mayor que el de las capas elevadas. Generalmente la temperatura disminuye 5.5 grados por cada 300 m de altura. Cuando el fenómeno se invierte y la temperatura de las capas inferiores es menor (están más frías que las capas superiores) se dice que ha ocurrido una inversión térmica.

#### **Causas del fenómeno**

Se sabe que la atmósfera terrestre permite sólo el paso de ondas cortas del sol y que estas al llegar al suelo son absorbidas por este y son transformadas en ondas largas de calor. Este calor es transmitido por contacto directo del aire situado sobre el suelo. Cuando el cielo esta nublado o en el invierno, antes de la salida del sol, el suelo esta frío y consecuentemente las capas de la troposfera también. Cuando el sol sale y empieza a elevar la temperatura de las capas atmosféricas superiores, ocurre la inversión térmica. Debida a la acumulación de dióxido de carbono que impide el paso de los rayos solares, provocando que el aumento de la temperatura sea muy lento en las capas inferiores.

## **Efecto invernadero**

El sol radia al espacio enormes cantidades de la energía que se genera en su interior (*Heres et al., 1996*). De esta energía solamente una pequeña fracción la que recibe la tierra. No obstante el equivalente a un minuto de ella es mayor que la energía consumida por la humanidad durante un año.

Esta energía llega en forma electromagnética de distinta longitud (larga y corta) las ondas cortas son los rayos ultravioleta, los rayos x, los gama, mientras que las ondas largas son las de radio, las de infrarrojo y microondas; las ondas de la luz se consideran intermedias (*Heres et al., 1996*). De las ondas enviadas por el sol a la atmósfera, solo pasan a través de ellas las ondas de luz y algunas de radio. Estas ondas la atraviesan prácticamente sin calentarla y llegan a la superficie donde son absorbidas por esta y transformadas en ondas de calor.

Este calor radia de la superficie a la atmósfera en forma de rayos infrarrojos, los cuales se perderían en el espacio si no fuera absorbidos por el dióxido de carbono y el vapor de agua de la atmósfera, permitiendo sólo escapar al espacio una mínima parte. El calor retenido es enviado nuevamente desde la atmósfera a la superficie, este proceso continua durante varias horas lo que provoca que la tierra se caliente y se enfrie con lentitud. El efecto invernadero puede ser provocado por:

- I. De manera natural por incendios y erupciones volcánicas
- II. De tipo artificial, ya sea por actividad de tipo industrial, de transporte o domésticos, que generen humos al quemarse combustibles fósiles.

## Lluvia ácida

Entre las partículas suspendidas en la atmósfera se encuentran algunas formadas por oxígeno y azufre llamadas óxido de azufre (*Bravo y Torres, 1991*).

Estos óxidos se originan por la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo diáfano y combustible) produciendo óxidos de azufre y nitrógeno que al incorporarse a la atmósfera y mediante una serie de reacciones químicas con otras sustancias se transforman en ácido sulfúrico y ácido nítrico. Cuando son arrastrados por la precipitación pluvial se origina agua de la lluvia ácida la cual contamina a su paso, ocasionando la corrosión de esculturas, construcciones, afectando el suelo y la actividad fotosintética. Las reacciones involucradas son las siguientes:



## El ozono en la troposfera y en la estratosfera

El ozono que existe en la **troposfera** es un contaminante secundario y perjudicial a los organismos. Se produce cuando la luz origina una reacción entre óxido de nitrógeno e hidrocarburos. Se genera en gran parte por la actividad industrial y vehicular, incrementando la cantidad de ozono.

La capa de ozono en la **estratosfera**, se encuentra a una altitud de 10 a 45 km y es benéfica para todos los organismos ya que absorbe las ondas ultravioleta enviadas por el sol .

Uno de los problemas más comentados es la disminución de la capa de ozono, así como el agujero o adelgazamiento existente sobre el Atlántico (*Bravo et. al, 1991*).

Químicamente esto se debe a la acción de cloro activo sobre el ozono, lo que origina la destrucción de la molécula de ozono, obteniendo oxígeno molecular.

El cloro proviene de sustancias llamadas clorofluorocarbonos, estos a su vez proviene de envases de aerosol, sprays, desodorantes, insecticidas, plaguicidas, líquidos para refrigerador y sistemas de aire acondicionado, así como materiales usados como agentes para la elaboración de la espuma de plástico.

El efecto invernadero, la inversión térmica, la lluvia ácida y la generación de ozono estratosferico no son los únicos problemas ambientales que se han provocado por la acumulación de dióxido de carbono, óxidos azufre y de nitrógeno en la atmósfera. Sin embargo son las que se han seleccionado para ejemplificar algunos de los problemas a la salud y a los ciclos biogeoquímicos.

A continuación se presenta la TABLA 2, es una relación entre el tipo de contaminante y su repercusión en la salud humana (*Heres et al., 1996*).

TABLA 2. Contaminantes y efectos en la salud

Contaminantes	Símbolo	Efectos en la salud humana
Monóxido de carbono	CO <sub>2</sub>	Afecta el sistema nervioso central, provoca problemas cardiacos, pulmonares, dolores de cabeza, fatiga, somnolencia y hasta la muerte
Dióxido de nitrógeno	NO <sub>2</sub>	Puede ocasionar irritación pulmonar, bronquitis, neumonía, además de disminuir la resistencia a las infecciones, quema los tejidos de plantas y animales
Dióxido de azufre	SO <sub>2</sub>	Daño a vías respiratorias en los humanos, al combinarse con el agua de las nubes forma la lluvia ácida, dañando tejidos de plantas y matan microorganismos
Ozono	O <sub>3</sub>	Irrita los ojos, agrava las enfermedades cardiovasculares y respiratorias
Partículas suspendidas totales	PST	Irrita las vías respiratorias, agrava asma y las enfermedades cardiovasculares, probablemente provoca cáncer en diversas partes del cuerpo
Plomo	Pb	Se acumula causando anemia, lesiones en los riñones y disminución de la inteligencia
Hidrocarburos	C <sub>n</sub> H <sub>2n+2</sub>	Produce trastornos en el sistema respiratorio, algunos causan cáncer en distintas partes del cuerpo

(Fuente: Heres et al., 1996)

## 2.3.- SERIE DE PRÁCTICAS SOBRE CONTAMINANTES EN EL AIRE

### PRÁCTICA III: PRODUCCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO

Objetivo: Obtener dióxido de carbón para identificar sus propiedades físicas y químicas, así como observar el efecto que tiene sobre el ambiente.

#### Introducción

Es un componente del aire, su importancia radica en el hecho de que las plantas verdes lo usan durante el proceso fotosintético. Además, se produce durante la respiración de la mayoría de los seres vivos (*Cortéz y Shirásag, 1994*).

#### Material

- Un frasco de boca ancha con tapa de una entrada (hacerla con un clavo)
- Tubo de desprendimiento
- Un matraz erlenmeyer con tapón de hule monohoradado
- Un vidrio de reloj
- Una cuchara
- Unos cerillos
- Una vela
- 10 g de bicarbonato de sodio
- 10 mL de ácido clorhídrico (1:10)
- Un trozo de hielo seco

#### Procedimiento

- 1.- Colocar en el matraz erlenmeyer un poco de bicarbonato de sodio.
- 2.- Agregar un poco de ácido clorhídrico diluido
- 3.- Colocar el tapón, conectado al tubo de desprendimiento, ver FIG: 1.
- 4.- Colocar en el interior del frasco de boca ancha un cabo de vela (la cual se encenderá posteriormente)
- 5.- Introducir el tubo de desprendimiento al frasco, observar el efecto del gas que desprende sobre la vela

6.- Colocar un trozo de hielo seco en un vidrio de reloj, observar y anotar lo que sucede

7.- Acercar la vela encendida al gas que se desprende, registrar lo que ocurre

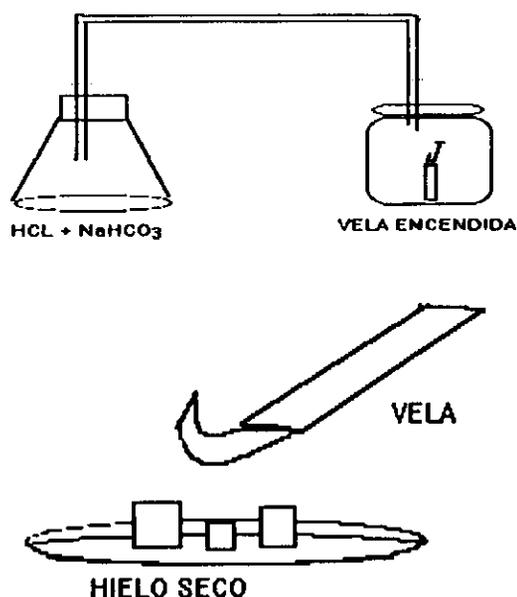


FIG. 1. Identificación y producción de dióxido de carbono

#### Cuestionario

A.- ¿Al hacer reaccionar ácido clorhídrico con bicarbonato de sodio que se obtuvo?

B.- ¿Qué color y olor tiene el gas que se obtiene en el primer experimento?

C.- Químicamente, el hielo seco se le conoce con el nombre de: \_\_\_\_\_

D.- ¿Que conclusión se obtiene de esta actividad?

E.- ¿Como afecta el dióxido de carbono al ambiente?

## PRÁCTICA IV: PRESENCIA DE ANHÍDRIDO SULFUROSO

Objetivo: Observar el efecto que tiene el anhídrido sulfuroso sobre una planta.

### Introducción

El anhídrido sulfuroso o dióxido de azufre se presentan en el aire como resultado de procesos naturales (gases volcánicos) y de las actividades del hombre, principalmente de la quema de combustibles que contienen azufre y de la fusión de metales (Cortéz y Shirásag, 1994).

### Material

- Una cucharilla de combustión
- Mechero
- 1 vasos de precipitado de 250 mL
- Un vidrio de reloj
- Una flor de colores vivos.
- 5 g de azufre
- 50 mL de agua

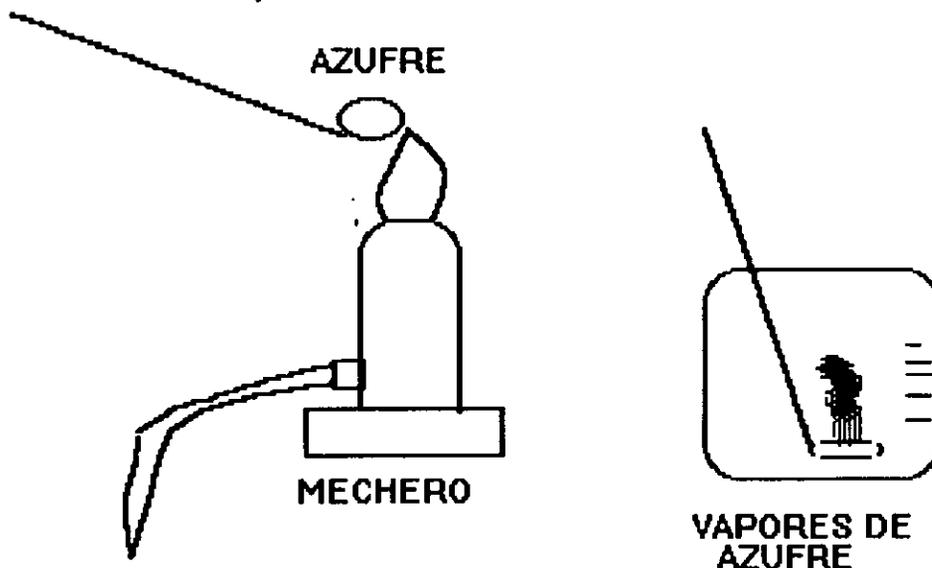


FIG. 1. Verificación de la presencia de anhídrido sulfuroso

## PROCEDIMIENTO

- 1.- Con ayuda de la cucharilla, tomar un poco de azufre, colocarlo directamente al fuego e inmediatamente que comience a desprender humos introducirlo en un vaso de precipitado y taparlo con un vidrio de reloj como lo indica la FIG: 1.
- 2.- Ya que se tienen los gases atrapados en el vaso, agregar el agua (50 mL)
- 3.- Para asegurar que el agua contiene óxido de azufre, repetir todo el procedimiento, pero empleando el mismo vaso con agua
- 4.- Introducir una flor en el vaso con la solución durante una hora, observar y anotar los cambios ocurridos.

## Cuestionario

A.- ¿Que se obtiene al mezclar el gas con el agua?

B.- ¿Que ocurrió con la flor?

C.- ¿Que gas estuvo presente?

Nota: este experimento se debe realizar en un lugar ventilado, ya que los gases que se producen son peligrosos

## PRÁCTICA V: PULMÓN FUMADOR

Objetivo: Observar los posibles daños que implican el ser fumador o vivir en una atmósfera muy contaminada.

### Introducción

La contaminación del aire en las grandes ciudades es muy elevada, pudiéndose encontrar una gran diversidad de compuestos tales como el ozono, el dióxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, plomo, etc. Estos contaminantes en mayoría causan daño a la salud de las personas. Esta comprobado estadísticamente que están asociados los altos índices de problemas respiratorios, cardiovasculares, del sistema nervioso central, dolores de cabeza, problemas pulmonares e irritación de los ojos, entre otros (*Beltrán, 1996*).

Si a los contaminantes señalados anteriormente se le agregan los generados por los fumadores, entre los que destacan gran variedad de compuestos cancerígenos, es explicable el porque de los actuales problemas de salud humana como el cáncer o enfisema pulmonar. En consecuencia, es necesario detenerse a meditar sobre este tipo de conducta y las graves consecuencias de la misma a fin de no aumentar los daños a la salud.

## Material

- Una botella de plástico de 1.5 L transparente y vacía
- Una navaja de un solo filo
- 10 cm de tubo de plástico de 8 mm de diámetro
- Algodón
- Un alambre
- Cinta adhesiva o aislante
- Un cigarro con filtro y cerillos
- Un cenicero

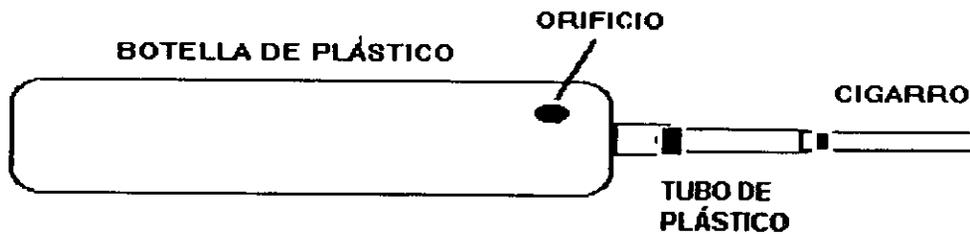


FIG. 1. Simulador de un pulmón fumador

## Procedimiento

- 1.- Cortar o quitar la boquilla de la botella
- 2.- Elaborar un pequeño agujero en la parte superior de la botella
- 3.- Con ayuda de alambre, introducir el tubo de plástico, un poco de algodón humedecido en agua y retorcido, procurar no meterlo muy presionado
- 4.- Colocar un extremo del tubo en la boca de la botella, en caso de que no ajuste completamente, enrollar con un poco de cinta adhesiva para que quede sin fugas
- 5.- Unir con cinta el extremo del tubo y el filtro del cigarro, debe quedar como se indica la FIG: 1.

- 6.- Presionar la botella para hacer salir un poco de aire
- 7.- Cubrir el agujero con el pulgar y encender el cigarro
- 8.- Mantener el dedo sobre el agujero, presionar la botella para que recupere su estado anterior, a efecto de hacer entrar el humo del cigarro
- 9.- Quitar el pulgar y apretar nuevamente la botella para hacer salir de nuevo el aire como en el paso 6
- 10.- Repetir los pasos 8 y 9 hasta que se haya consumido el cigarro
- 11.- Desenrollar la cinta que sujeta al cigarro y retirar la colilla
- 12.- Sacar el tubo de la boquilla de la botella
- 13.- Suavemente y utilizando el alambre sacar el algodón del tubo
- 14.- Anotar las observaciones y comentarios

Cuestionario:

- A.- Investigar cuantos compuestos tiene el cigarro
- B.- ¿Que características tiene el algodón al final de la práctica?
- C.- ¿Que aroma tiene el algodón?
- D.- ¿Que similitud puede ocurrir en los pulmones de un fumador?

## PRÁCTICA VI: EVALUACIÓN POR CONTAMINACIÓN POR USO VEHÍCULAR

Objetivo: Detectar la contaminación que emite un automóvil

### Introducción

La contaminación de el aire la generan muchas causas, una de ellas es el uso desmedido y excesivo de transportes o automóviles. En el caso de ciudades se considera que generan un 60% de ésta (*Cortéz y Shirásag, 1994*).

Entre los principales compuestos emitidos se encuentran: óxido de azufre, óxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, ozono, plomo, hidrocarburos y metales pesados como el cadmio.

### Material

- 5 gasas de 10 x 10 cm
- Cinta adhesiva
- Un auto (solicita a algún conocido te permita elaborar este trabajo en su auto)

## Procedimiento

- 1.- Con ayuda de un compañero colocar una gasa en el escape de el auto
- 2.- Debe quedar bien sujeta, auxiliarse de la cinta adhesiva
- 3.- Dejar que se utilice el auto por el lapso de una hora
- 4.- Quitar la gasa y comparlas con las demás obtenidas

Nota: Para la realización de esta práctica se necesita el lapso de un día

## Cuestionario

- A.- ¿Que aspecto tiene la gasa?
- B.- ¿Que color tiene la gasa?
- C.- Elaborar un cuadro comparativo de las gasas, de la marca y año de los automóviles
- D.- Formar una categoría de colores
- E.- Discutir los resultados obtenidos

MARCA	AÑO	TIEMPO PROMEDIO DE USO	ASPECTO DE LA GASA	COLOR DE LA GASA

## **PRÁCTICA VII: EVALUACIÓN DE CONTAMINACIÓN POR PARTÍCULAS SUSPENDIDAS**

Objetivo: El alumno comprobará la contaminación por partículas suspendidas que hay en su ambiente

### Introducción

Actualmente se puede escuchar en diferentes medios informativos y a cualquier hora sobre el índice metropolitano de calidad del aire "IMECA" que se presenta ese momento, pero ... ¿Este índice a que se refiere?

El IMECA Es una medida de nivel de contaminantes existentes en el aire y cuenta con una escala arbitraria que va de 0 a 500 puntos.

Apartir de estos valores es posible establecer el grado de peligrosidad, siendo más peligroso conforme aumenta el número de puntos (ver pág. 49)

De tal manera que se han establecido intervalos de puntos y las medidas a tomar cuando se lleguen ha niveles de concentración de contaminantes inadecuados para la salud humana.

Uno de los principales contamiantes son las partículas suspendidas totales, las cuales se ejemplifican en la presente práctica.

## Material

- Una aspiradora
- Dos gasas de 10 x 10 cm
- Cinta adhesiva
- Vidrio de reloj

## Procedimiento

- 1.- Humedecer ligeramente las gasas
- 2.- Colocar las gasas en la boca del tubo de la aspiradora y sujetarlas bien con cinta adhesiva.
- 3.- Hacer funcionar la aspiradora lentamente con cuidado de no succionar las gasas
- 4.- Levantar el tubo de la aspiradora, pásarlo por toda la habitación, evitando succionando la basura de mayor tamaño
- 5.- Después de 5 minutos apagarla
- 6.- Despegar con cuidado las gasas y colocarlas sobre el vidrio de reloj
- 7.- Observar cuidadosamente las partículas adheridas a las gasas, anotar los resultados

## Cuestionario

- A.- ¿Que contaminantes evalúa el IMECA?
- B.- ¿Cuales son los principales contaminantes del aire?
- C.- ¿Que color tienen las partículas de las gasas, discutir los resultados?

## PRÁCTICA VIII: EFECTO INVERNADERO

Objetivo: Simular el efecto invernadero a partir de la presencia de dióxido de carbono

### Introducción

El dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) es un gas incoloro, de olor característico y sabor ligeramente ácido, se encuentra en la atmósfera de 0.03% a 0.04% respecto a la composición del aire natural. Este compuesto procede de la respiración de los seres vivos, por la exhalación de gases de un volcán, por la descomposición de plantas y animales muertos.

El aumento en su concentración se debe principalmente a la quema de combustibles fósiles, por parte de la industria, así como por motores de combustión interna (*Escurre, 1991*).

Como ya se indicó, el  $\text{CO}_2$  es un gas casi transparente a la luz visible y un fuerte absorbente de las radiaciones infrarrojas emitidas por el sol.

Un aumento considerable en la composición de aire atmosférico actúa como el vidrio de un invernadero ocasionando que se eleve la temperatura de la troposfera.

### Material

- Una pecera de cristal de 20x15 cm
- Un plástico de 30x25 cm
- Cinta adhesiva
- Manguera de plástico flexible
- Un matraz erlemeyer
- Un tapón monohoradado
- Un termómetro
- Un trozo grande de hielo seco
- Agua
- Una lámpara eléctrica

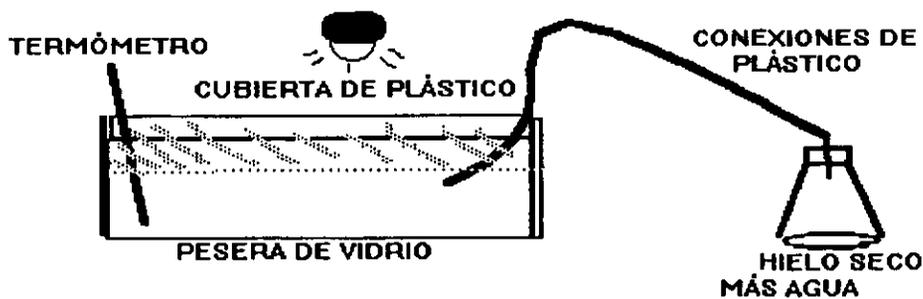


FIG. 1. Simulador del efecto invernadero

### Procedimiento

- 1.- Cubrir la pecera con el hule como se indica en la FIG. 1.
- 2.- Descubrir dos esquinas opuestas, una para colocar el termómetro, la segunda para introducir la manguera. Anotar la temperatura inicial para introducir la manguera. Anotar la temperatura inicial
- 3.- Colocar en el matraz el hielo seco, adicionar agua y taparlo con el tapón que tiene conectada la manguera de hule
- 4.- Encender la lámpara y orientarla hacia la pecera a una distancia de por lo menos 50 cm
- 5.- Esperar que el dióxido de carbono pase a la pecera
- 6.- Revisar continuamente el termómetro y anotar la temperatura cada minuto por el lapso de 10 minutos
- 7.- Tocar la pecera, ¿puede percibir algún cambio de temperatura?

### Cuestionario

- A.- ¿Se detectó con el termómetro algún cambio de temperatura?
- B.- ¿Qué color y olor tiene el gas que se produjo?
- C.- ¿Se sintió algún cambio de temperatura al contacto con las manos?

## PRÁCTICA IX: MEDICIÓN DEL pH DE LA LLUVIA

Objetivo: El alumno medirá el pH de la lluvia que cae en la ciudad de México

### Introducción

La lluvia es parte del ciclo normal del agua, pero tiene en la actualidad una gran modificación debido a la contaminación que hay en el aire, ya que debido a los compuestos azufrados, óxidos de nitrógeno y carbono que hay en suspensión, reaccionan con el agua provocando una precipitación ácida (CONACYT, 1996).

Nota: esta práctica se podrá elaborar sólo en épocas de lluvia, o recolectándola con anticipación de uno o dos días

### Material

- Un recipiente de boca ancha (para la recolección de lluvia)
- Papel pH
- Indicador de fenolftaleína
- Indicador de anaranjado de metilo
- Vidrio de reloj
- Una pipeta
- Dos tubos de ensaye

## Procedimiento

- 1.- Una vez que se ha recolectado la lluvia ( aproximadamente 20 mL)
- 2.- Con la pipeta tomar 5 mL del agua y adicionarla, en cada tubo de ensaye
- 3.- Adicionar dos gotas de fenolftaleina en el primer tubo de ensaye, en el segundo anaranjado de metilo, posteriormente agitar ligeramente y observar
- 4.- Con ayuda de la pipeta coloque agua en el vidrio de reloj, sumergir el papel pH espera un momento para ver si hay cambio de color
- 5.- Comparar con la escala, el pH obtenido

## Cuestionario

- A.- ¿Que sustancias azufradas hay en el aire?
- B.- ¿Que color se obtiene con la fenolftaleina?
- C.- ¿Que color se obtuvo con el anaranjado de metilo?
- D.- ¿Que pH se obtuvo en la escala?
- E.- Investigar el pH del agua potable reportado en la literatura y compararlo con el pH del agua de lluvia

## PRÁCTICA X: RECONOCIMIENTO DE PLOMO

Objetivo: Comprobar la existencia del plomo en utensilios de uso común.

### Introducción

El plomo es una de las partículas suspendidas en el aire y por consiguiente forma parte de los contaminantes atmosféricos (*Finkelman, 1990*).

Aunque en la actualidad ha disminuido la concentración de este en el aire, debido a que se han estado utilizando gasolinas sin él (p. ejem. magna SIN) sigue siendo de importancia por los efectos que causa en la salud humana.

Si a la existencia de plomo en el aire se le suma el presente en los utensilios o envases con alto contenido en plomo, esto provocaría concentraciones considerables, preocupantes y dañinas en la salud, como retraso mental, problemas renales, y anemias (*Heres et al., 1996*)

### Material

- 1 jarrito de barro o loza vidriada
- 2 matraces erlenmeyer
- 1 tubo de ensayo
- 2 tubos de vidrio
- 2 tapones dihoradados
- Un embudo de vidrio
- 100 mL de agua destilada
- 100 mL de agua de limón
- 100 mL de vinagre blanco
- 10 g de pirita
- 20 mL de ácido clorhídrico al 50%

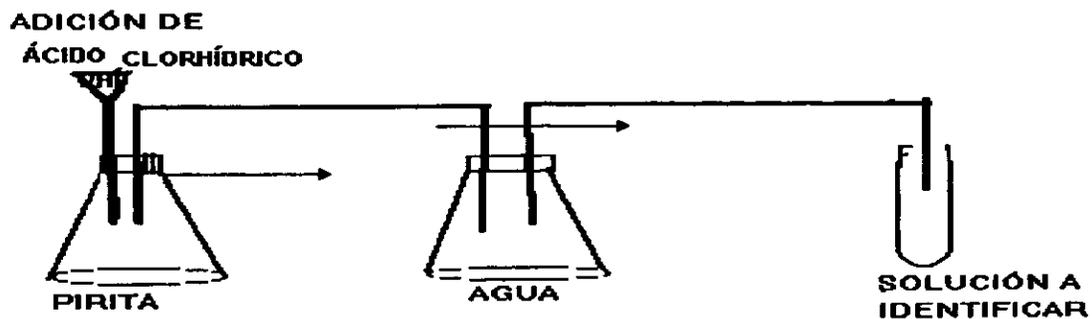


FIG. 1. Reconocimiento de plomo en el aire

#### Procedimiento

- 1.- Adicionar agua destilada hasta una cuarta parte del volumen del jarrito
- 2.- Una cuarta parte de agua de limón (sin azúcar)
- 3.- Una cuarta parte de agua de la llave
- 4.- Una cuarta parte de vinagre
- 5.- Mezclar bien, cuidando que no se derramen
- 6.- Dejar reposar de 24 a 48 h a temperatura ambiente
- 7.- Montar un sistema como lo indica la FIG. 1, adicionar lo siguiente
- 8.- En el primer matraz agregar la pirita y colocar el tapón
- 9.- El segundo matraz debe contener agua destilada
- 10.- En el tubo de ensaye debe contener la solución obtenida del jarrito
- 11.- Una vez construido el sistema, se debe asegurar de no tenga fugas
- 12.- Adicionar el ácido clorhídrico al 50 % en el primer matraz hasta que cubra totalmente la pirita

**Nota:** el ácido clorhídrico es muy corrosivo, por lo que debe manejar con cuidado y en caso de accidente lavar inmediatamente con agua en exceso y una solución de bicarbonato de sodio al 10 %

### **Comentario**

Al hacer reaccionar el ácido clorhídrico con la pirita se obtiene ácido sulfhídrico (de muy mal olor) el cual pasará a través del matraz con agua, en donde se lavará y de ahí se hará pasar al tubo de ensaye, en donde al burbujear empezará a precipitar una sustancia de color amarillo la cual indicará la presencia de plomo.

Si se obtiene un color amarillo es indicativo de que existen aproximadamente 2 ppm de plomo, si se obtiene un color pardo negruzco será reflejo de que existen alrededor de 10 ppm de plomo.

### **Cuestionario**

A.- ¿Que significa ppm?

B.- ¿Que color se obtuvo?

C.- Comparar los resultados obtenidos

D.- ¿A que conclusión se puede llegar ?

## **2.4.- ALGUNOS ASPECTOS DE LA CALIDAD DEL AIRE Y SU NORMATIVIDAD**

En nuestro país la contaminación de la atmósfera ha motivado la iniciativa de múltiples organizaciones civiles y oficiales para trabajar en la eliminación del problema ambiental (*Finkelman, 1990*).

No se debe dejar de mencionar que la participación del individuo es importante, en la búsqueda de medidas que beneficien al ambiente.

A continuación se pueden citar las diferentes secretarías, leyes y sugerencias para el control, la reducción y eliminación de contaminantes en el aire.

- Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP).
- La formulación de la Ley Nacional del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- Reglamento del funcionamiento de la industria que normatiza las emisiones de contaminantes a la atmósfera
- Introducción del convertidor catalítico
- Los programas de verificación de emisión contaminantes en los automotores particulares del sector público federal
- La colocación de un sistema de control de la calidad del aire en las ciudades más afectadas
- La inclusión en los planes de estudio para educación básica de contenidos ambientales

- El establecimiento de normas ecológicas mínimas para el funcionamiento de las empresas extranjeras que quieran establecerse en México
- Creación del programa integral contra la contaminación atmosférica (IPECCA)

## IMECA

El IMECA es el índice metropolitano de la calidad del aire

*¿ Como interpretar el IMECA ?*

El índice de la calidad del aire es la medida que se usa en la ciudad de México para informar a la población acerca de los niveles atmosféricos de contaminantes, esta basado en una metodología sencilla de cálculo, apartir de dos "puntos de quiebre". (Escorra, 1991).

Los puntos de quiebre son valores estadísticamente conocidos, por encima de los cuales se presentan alteraciones significativas en la fisiología de los seres humanos.

Las rectas que unen los puntos de quiebre sirven para convertir valores de concentración de contaminantes en el aire en valores de escala arbitraria de 0 a 500 puntos IMECA, la cual da una idea subjetiva del grado de peligrosidad asociado a los niveles de contaminación.

Los índices obtenidos en estas rectas (conocidas como funciones linealmente segmentadas) son seis en total y miden la calidad de aire respecto de:

- 1.- Partículas sólidas en suspensión
- 2.- Bióxido de azufre

3.- Ozono

4.- Monóxido de carbono

5.- Óxidos de nitrógeno

6.- Un término que mide la acción sinérgica del dióxido de azufre con las partículas en suspensión

A continuación en la TABLA 3, se muestra los índices de IMECA, calidad del aire y efectos en la salud (Beltrán, 1996)

TABLA 3. Interpretación de la escala IMECA

PUNTO S IMECA	CALIDAD DEL AIRE	EFFECTOS EN LA SALUD
0-100	BUENA O SATISFACTORIA	NINGUNO
101-200	REGULAR	Las personas sensibles pueden sentir molestias en los ojos, nariz y garganta
201-300	MALA	La población en general puede presentar irritación en ojos, nariz, garganta y dolor de cabeza
301-400	MUY MALA	Se agudizan los síntomas anteriores especialmente en niños y ancianos

(Fuente: Beltrán, 1996)

También se cuenta con el programa de contingencia ambiental. Este programa se sigue de acuerdo a los niveles de IMECA reportados diariamente. En la TABLA 4 se resume el programa de contingencia ambiental

TABLA 4. Programa de contingencia ambiental

SITUACIÓN	MEDIDAS DE PROTECCIÓN
FASE UNO	HOY NO CIRCULA DE AUTOMÓVILES REDUCIR EL USO DE VEHÍCULOS OFICIALES, EXCEPTO LOS DE SERVICIO BÁSICO Y URGENCIAS
FASE DOS	LAS MEDIDAS ANTERIORES MÁS DOBLE HOY NO CIRCULA REDUCCIÓN EN LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL SUSPENSIÓN DE CLASE EN PREESCOLAR, PRIMARIA Y SECUNDARIA
FASE TRES	DÍA DE ASUETO GENERAL SE RECOMIENDA PERMANECER EN CASA

(Fuente: Beltrán, 1996)

También se cuenta con el programa hoy no circula. El cual indica el tiempo de verificación como el día que no circula el automóvil, se rige por el último dígito de la placa o el color del engomado

9 y 0	amarillo	lunes
1 y 2	rosa	martes
3 y 4	rojo	miércoles
5 y 6	verde	jueves
7 y 8	azul	viernes

## NORMATIVIDAD

Para poder controlar las emisiones a la atmósfera, la LGEEPA establece una serie de artículos para la protección ambiental. En TABLA 5, se mencionan algunos artículos considerados de mayor trascendencia con los temas abordados en el trabajo.

TABLA 5. Normatividad relacionada con contaminación atmosférica

Artículos	Contenido
110	Criterios para proteger la atmósfera
111 y 111 bis	Control y la reducción de la contaminación atmosférica
112	Responsabilidad y atribuciones estatales y municipales relativo a la contaminación atmosférica
113	Normatiza la emisión de contaminantes a la atmósfera
114	Específica las autoridades competentes en materia de contaminación
115	Trata la prevención y determinación del uso de suelo para asegurarse un adecuado dispersión de contaminantes
116	Informa sobre la obtención de estímulos fiscales (disminución de impuestos) a empresas con emisión de niveles bajos de contaminación

(Fuente: Gaceta ecológica, 1996)

## TEMA TRES: CONTAMINACIÓN ACUÁTICA

### 3.1.- CARACTERÍSTICAS Y TIPOS DE AGUA

El agua es la sustancia elemental para la vida, forma las tres cuartas partes del mundo y el 70% de nuestro cuerpo (Cortéz y Shirásag, 1994).

Químicamente es una molécula formada por 2 átomos de hidrógeno y una de oxígeno, es un compuesto muy estable, su masa molecular es de 18,016 g, es considerada como el disolvente universal, tiene una proporción de 2 a 1 en combinación H y O, reacciona fácilmente con los metales alcalinos (Na, K), alcalinos térreos (Ca) y con los óxidos metálicos.

#### **Tipos de agua**

El agua es un compuesto ampliamente distribuido en la naturaleza y puede clasificarse de las siguiente manera:

**Agua dulce:** Proviene de manantiales, ríos, pozos, aún cuando contienen sales disueltas no son perceptibles.

**Agua salada:** Este tipo de agua se encuentra en mar, no es potable, por lo que no se emplea en alimentación, labores domésticas y agricultura, todo ello debido al exceso de sales que contiene.

**Agua potable:** Se utiliza en la alimentación y labores domésticas, por lo cual deben reunir por lo menos las siguiente características:

1. Debe estar limpia, incolora e inodora, sin sabor.
2. Debe tener sales disueltas en poca cantidad  $\frac{1}{2}$  g por litro

3. No debe cortar el jabón

4. No debe contener microorganismos patógenos ni materia orgánica en suspensión

**Agua dura:** Son aguas con un exceso de sales de Ca y Mg presentes como sulfatos o carbonatos, por lo que no se recomienda ingerir.

**Aguas minerales:** Tienen cantidades apreciables de sustancias en disolución como H<sub>2</sub>S (sulfuros), los que contienen CO<sub>3</sub> (carbónico) y otros como los sódicos, magnesio, etc.

**Aguas termales:** Son llamadas así cuando el agua contiene minerales y surge de manantiales a temperaturas superiores a los 20° C.

**Agua destilada:** No es potable, no contiene sales, ni gases disueltos, se obtiene a través de una destilación del agua dulce y se utiliza en laboratorios o industrias que la requieran en esas condiciones.

**Agua industrial:** También conocida como residual industrial. Bajo este nombre se agrupan una gran variedad de calidades de agua cuya composición dependerá del tipo de industria que la genere.

**Agua doméstica:** Es llamada residual doméstica, proceden de las viviendas y zonas habitacionales sin actividades industriales.

**Aguas agrícolas:** Es de tipo residual, se genera por la agricultura esta se caracteriza por tener alto contenido de plaguicidas y fertilizantes.

### **3.2.- FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y CONSECUENCIAS AMBIENTALES Y MECANISMOS DE DEPURACIÓN**

Se dice que un volumen de agua esta contaminado cuando su composición y su estado no reúnen las condiciones necesarias para el tipo de utilización a que estaba destinada en su estado natural (*Sánchez et al., 1996*).

El agua esta contaminada en forma "natural" por sustancias como mercurio y nitrato, liberadas desde el interior de la tierra, además de ser contaminada por el hombre en formas diversas, principalmente a través de la basura doméstica, municipal, industrial, de la agricultura y barcos.

#### **Basura doméstica**

Durante siglos las aguas han sido recipiente de la basura producida por el ser humano. Cuando la población no fue excesiva, el poder de biodegradación de las aguas evitó su contaminación, en especial en los mares.

Actualmente, el vaciado de aguas del drenaje en nuestros lagos y aguas marinas vecinas a las costas, ha contaminado esas aguas en formas diversas.

Los hogares contribuyen a la contaminación de las aguas enviando a éstas los desechos de lavabos, regaderas, excusados, trituradoras de basura y lavadoras de vajillas y ropa. Estos desechos contienen a menudo bacterias patógenas, virus, protozoarios y otros microorganismos. A esos desechos se suman los

originados en aquellas comunidades rurales en las que personas acostumbran a bañarse y lavar su ropa en el agua de manantiales y ríos.

#### Basura municipal

Las lluvias participan en la contaminación, arrastrando al drenaje basura de parques, calles y carreteras; desechos humanos y de animales; residuos de reparación de calles y construcción de habitaciones; sustancias químicas con contaminantes como compuestos de mercurio, sales y ácidos. Este tipo de basura contiene, además sustancias tóxicas provenientes de acumuladores desechados, pinturas y plásticos.

#### Basura industrial

Aunque la basura doméstica aporta a las aguas sustancias tóxicas, el mayor volumen de éstas corresponde a la industria y a la agricultura.

Las industriales generan diferentes tipos de contaminación: a diferencia de los desechos de las industrias procesadoras de alimentos, predominantemente de tipo orgánico, fácilmente degradables, las fábricas de papel y las industrias químicas, producen sustancias tóxicas. Entre los metales contaminantes que llegan al agua en mayor proporción se encuentran plomo, cadmio, mercurio y arsénico.

#### Plomo

El plomo llega al agua, y la contamina, cuando es transportado a través de viejas y corroídas tuberías de ese metal y llega a ser humano en otras diversas formas,

al respirar aire contaminado ingerimos plomo ya que es usado como aditivo (añadido) de la gasolina de los automóviles; ingerimos plomo en los vegetales que han recibido la acción de plaguicidas y fertilizantes y nos lo proporcionan las latas de alimentos soldadas con ese metal y que llegan al suelo o al agua a través de la basura.

Millones de personas, en México y en el resto del mundo, han acumulado en sus cuerpos peligrosas cantidades de plomo, debido al uso de utensilios domésticos que contienen este metal.

Un excesivo volumen de plomo en el organismo humano puede provocar convulsiones, afectar riñones, causar alta presión de la sangre y otras enfermedades.

Otro metal peligroso para el hombre, el cadmio, el cual llega cuando el agua es transportada mediante tuberías de plástico.

## Mercurio

El mercurio, es utilizado en diversas industrias y cuando éstas lo desechan, utilizan agua para llevarlo hasta los sitios de desagüe, contaminando en esta forma los depósitos acuíferos.

La combustión de la hulla, producto de uso común en la industria, libera pequeñas cantidades de mercurio en la atmósfera.

Ese mercurio se precipita al suelo, con las lluvias, y llega hasta las corrientes, o depósitos de agua, donde se sedimenta y transforma en compuestos de mercurio metálico que pronto penetran en las cadenas alimentarias. Los compuestos de

mercurio metálico permanecen en el agua largo tiempo y son altamente tóxicos para el hombre y los animales. Una prolongada exposición a estos compuestos causa enfermedades en los riñones y graves daños en el sistema nervioso.

Muchas sustancias ácidas, sulfuros y amoníaco paralizan las reacciones bioquímicas de los peces y provocan su muerte.

Plaguicidas, herbicidas y detergentes llevados a ríos y mares han producido efectos nocivos, no sólo sobre los organismos acuáticos, sino sobre aves y otros animales que participan de la vida terrestre y la acuática, como los patos habitantes de lagos y otros depósitos de agua y las gaviotas y otras aves vecinas al mar. No sólo los animales son afectados por las sustancias tóxicas. En los años setenta se produjo en Japón la intoxicación de cientos de personas que ingirieron mariscos contaminados por los desechos tóxicos de una industria local (Sánchez, 1996).

#### Provenientes de la agricultura

La agricultura es una de las principales fuentes de contaminación del agua. En el tema de los suelos, se aprendió que los plaguicidas y herbicidas químicos, de elevada toxicidad, contaminan el suelo y las aguas superficiales y subterráneas vecinas a éste, afectando la salud del hombre, y la supervivencia de las comunidades acuáticas, y la de las aves y otros organismos que beben esas aguas.

En enero de 1995, 40,000 aves viajeras perecieron después de descender y beber agua de la presa de Silba de Guanajuato, México, contaminada por *endosulfán*, plaguicida de uso agrícola prohibido (Sánchez et al., 1996).

Esa presa no es el único lugar del país donde anualmente perecen miles de aves. Recientemente se informó que en el estado de Sonora, numerosas aves emigrantes de Canadá y Estados Unidos de América, mueren todos los años cuando beben el agua contaminada de varias granjas.

El agua es contaminada con frecuencia por nitratos que tienen su origen en fertilizantes y desechos animales. Los nitratos se filtran fácilmente a través del suelo y contaminan éste y los mantos de agua subterráneos. Cuando los nitratos ( $\text{NO}_3$ ) penetran en el cuerpo del hombre son convertidos a nitritos ( $\text{NO}_2$ ) los que reducen la habilidad de la sangre para transportar el oxígeno, ocasionando serios trastornos.

### Barcos

Son también contaminantes de hidrocarburos, en especial aquellos esparcidos en los mares por barcos petroleros que limpian sus depósitos en altamar o cerca de los puertos y así mismo los derrames producidos en accidentes a barcos petroleros como el que acaeció a uno de esos barcos frente a las costas de Michoacán, México en 1994 y que requirió de la presencia de especialistas y varias semanas de trabajos para retirar el petróleo de las aguas.

### Principales efectos de la contaminación por petróleo

Los derrames de petróleo pueden llegar a cubrir la superficie de un cuerpo de agua mediante una capa aceitosa que dificulta la transferencia de oxígeno al agua

y también obstaculiza el paso de la luz solar indispensable para el fenómeno de la fotosíntesis, lo que puede interrumpir la cadenas alimentaria y provocar la muerte de algunas especies.

Además, la ingestión de hidrocarburos daña diversos órganos de aves, peces, mariscos y moluscos, lo cual repercute en una muerte prematura de los mismos y en el deterioro en su calidad como alimento.

### Sedimentos

Se llaman sedimentos a las partículas que se acumulan en el fondo de depósitos o corrientes de agua. Existen partículas que no forman sedimentos, por lo que flotan cerca de la superficie enturbiando el agua y obstaculizando la penetración de la luz.

Como la fotosíntesis llevada a cabo por algas y otras plantas requiere de esa luz, al no producirse, causa el decaimiento, no sólo de algas y plantas sino de organismos que se alimentan de ellas.

Cuando los sedimentos acarrean sustancias tóxicas, pueden producir, a través de las cadenas alimentarias, la muerte de diversos organismos acuáticos.

### Temperaturas elevadas en aguas

Los procesos industriales producen, en numerosos casos, aguas con elevadas temperaturas. Cuando dichas aguas son descargadas a canales, ríos, lagos o mares causan varios efectos químicos, físicos y biológicos, siendo el más graves el agotamiento del oxígeno que contiene.

Se sabe que el oxígeno disuelto en las aguas reviste gran importancia para la respiración de las comunidades acuáticas por lo que disminución de ese elemento puede provocar la desaparición de parte de ellas.

El aumento notable de la temperatura del agua afecta, también, los ciclos reproductivos, la digestión y la respiración de los organismos que habitan las aguas y, cuando la temperatura es demasiado elevada; ocasionan la mortalidad a los seres acuáticos, peces y otros.

Se presentara en la TABLA 6 un listado de las principales industrias y el tipo de contaminantes asociados a ellos.

**TABLA 6. Fuentes de contaminación y desechos**

Tipo de industria	Tipo de contaminante asociado
Industria en general	Agua con detergentes, grasas y disolventes empleados para lavar o enfriar su maquinaria
Industria minera	Agua con arena, material ferroso o calizo, arcilla, ácido sulfúrico
Industria química	Compuestos tóxicos como orgánicos, metales pesados, materia prima, etc
Industria papelera	Partículas en suspensión, ácidos nítrico, sulfúrico y clorhídrico, provenientes del blanqueado y ablandado de la celulosa
Industria alimentaria	Desechos sólidos como huesos, restos de jugos y cáscaras-
Industria de la construcción	Cemento, yeso cal, arena
Actividades agrícolas	Desechos de verduras, hortalizas; residuos de fertilizantes como nitratos y fosfatos
Actividades ganaderas	Restos de alimentos para los animales y heces fecales.
Actividades domésticas	Desechos de alimentos, restos de aceites, detergentes, jabones, grasas, solventes, limpiadores
Actividades escolares	Prácticamente son los mismos que los generados domésticamente y además de los procedentes del laboratorio escolar
Lugares públicos	Envases, bolsas de plástico, cartón, papel, restos de comida

(Fuente: Sánchez et al., 1996)

## **Consecuencias ambientales**

### La contaminación hace no potable el agua.

En muchas ocasiones el agua de un río o un lago se filtra a los mantos freáticos, de donde, mediante pozos, es extraída para suministro humano y animal, o bien, es transportada desde un cuerpo de agua hasta depósitos de purificación. Si el agua de dichos cuerpos ha sido contaminada mediante sustancias tóxicas como ácido sulfúrico, clorhídrico, nitratos, restos de disolventes, pinturas, cultivos de bacterias y otros derivados de las actividades industriales, agrícolas, ganaderas, domésticas o escolares, dicha agua ya no es potable y requiere ser tratada según el uso se le quiere dar.

Cabe mencionar que si existen tratamientos de agua para eliminar microorganismos patógenos pero no a las sustancias tóxicas como sales y ácidos (*Fabián et al., 1996*).

### La contaminación deteriora al agua como hábitat de seres vivos acuáticos.

Así, las aguas de un cuerpo de agua contaminada con gran cantidad de materia orgánica como restos de alimentos humanos y de animales (derivados de actividades domésticas, agrícolas y ganaderas) propician el desmedido crecimiento de algas (*Fabián et al., 1996*).

Éstas, al morir, generan podredumbre y proliferación de bacterias, las cuales consumen el oxígeno disponible en el agua.

Peces y otros organismos acuáticos mueren al carecer de oxígeno suficiente.

De igual modo, organismos acuáticos mueren envenenados cuando el agua en que viven se halla contaminada con sustancias tóxicas como ácidos, sales, restos solventes, pinturas, detergentes, etc., provenientes de actividades industriales, domésticas, escolares.

#### La contaminación del agua limita su uso como agua de riego

El agua contaminada con sustancias tóxicas no puede emplearse para regar cultivos de hortalizas y verduras, ya que éstas absorben por sus raíces dichas sustancias y las almacenan en sus tejidos (*Fabián et al., 1996*).

Dichas sustancias dañarán o se almacenarán en el consumidor primario que se alimente de las plantas contaminadas o del consumidor secundario que se alimente del primario.

#### La contaminación del agua evita el uso como recurso turístico.

En efecto, los turistas no desean bañarse, bucear, pescar o pasear en aguas malolientes, opacas o que puedan causarles enfermedades de la piel o gastrointestinales a consecuencia de estar contaminadas con heces fecales, bacterias, ácidos, sales, restos de comida y/o envases de todo tipo (*Fabián et al., 1996*). En la TABLA 7, se presenta una relación entre algunos de los principales contaminantes ambientales y sus efectos en los seres vivos.

**TABLA 7. Daños a los seres vivos ocasionados por diversos contaminantes**

Contaminante	Plantas y algas acuáticas	Animales acuáticos	Animales terrestres	Ser humano
Ácidos (sulfúrico, clorhídrico, nítrico, etc.) y bases (sosa)	Dañan los tejidos externos. Las altas concentraciones los mata	Queman sus epitelios externos; los matan, en concentraciones altas.	Irritación de las mucosas del aparato digestivo.	Irritación de las mucosas del aparato digestivo
Disolventes como: thinner, aguarrás, gasolina, etc.	Al recubrir su epidermis, les impiden realizar la fotosíntesis	Los envenenan y los asfixian a los peces al obstaculizar la oxigenación del agua	Los envenenan	Los envenenan
Fertilizantes	Provocan excesivo desarrollo de plantas y algas acuáticas, que al morir son descompuestas por muchísimas bacterias. Éstas consumen casi todo el oxígeno disponible, por lo cual mueren asfixiadas las plantas y algas restantes	Los matan por intoxicación o asfixia	Los intoxican y les producen enfermedades gastrointestinales	Lo intoxican y le producen enfermedades gastrointestinales.
Detergentes	Les producen daños semejantes a los producidos por los fertilizantes.	Los matan por intoxicación o asfixia	Daños digestivos	Daños digestivos
Desechos orgánicos (como heces fecales y restos de comida)	Los dañan en forma similar como lo hacen los fertilizantes	Les causan distintas enfermedades, a causa de microorganismos patógenos cuya proliferación propician	Infecciones y parasitosis	Infecciones y parasitosis
Desechos de construcciones (arena, cemento, yeso)	Los matan por azolvamiento de ríos y lagos	Obstrucción de branquias y ceguera. Muerte de los que viven en los fondos. Eliminación de sitios de anidación o de guarida	Intoxicación y daños digestivos	Intoxicación y daños digestivos
Envases de plástico	Obstaculizan su crecimiento	Muerte por ingestión o estrangulamiento	Daños por ingestión	Ninguno

(Fuente: Fabián et al., 1996)

## Mecanismos para la depuración de agua

Cuando se contempla un río contaminado, necesariamente debe nacer una pregunta, ¿ se podrá limpiar ?. Probablemente si, no será fácil pero si laborioso y se requerirá de mucho tiempo. Se mencionaran a continuación algunos de los principales tratamientos utilizados en la actualidad para la limpieza del agua contaminada (*Hernández, 1992*).

**Método fisicoquímico:** Se basa en la acción de agentes químico (floculantes) que inducen la aglomeración de materia orgánica disuelta y sólidos suspendidos, donde una vez formados son eliminados por filtración separándolos del agua. De aquí pasa a un proceso subsecuente para poderla clorar y en caso de ser posible potabilizarla.

Este proceso no siempre se puede utilizar para limpiar cualquier tipo de agua residual industrial. Además de que el agua obtenida no siempre es de la calidad requerida y genera una gran cantidad de lodos, el cual es otro contaminante.

**Método biológico:** El tratamiento biológico esta en función de las condiciones que intervienen para estabilizar la materia orgánica y puede dividirse en 2 categorías.

Anaerobios (sin aire), aerobios (con aire).  
Intervienen básicamente microorganismos en la degradación de materia orgánica y difiere en cada una de ellas en que hay presencia y ausencia del aire. En ambos casos hay generación de lodos. Tienen el inconveniente en solo ser aplicables a agua residual biodegradables.

Uso de polímeros:

Funciona básicamente como el método fisicoquímico con la diferencia en el floculante, que es un polímero de peso molecular alto. Tiene el mismo inconveniente de la generación de lodos además que no se le puede aplicar a cualquier agua.

Ozonación:

Es el complemento de algunos de los procedimientos anteriores, se utiliza para remoción de microorganismos, es decir, en la desinfección del agua, aunque también oxida compuestos orgánicos.

Luz ultravioleta:

También es el complemento de los otros tratamientos, se utiliza para la desinfección del agua.

### 3.3.- SERIE DE PRÁCTICAS DEMOSTRATIVAS SOBRE EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

#### PRÁCTICA XI: ELABORACIÓN DE UN FILTRO DE ARENA Y GRAVA

Objetivo: Que el alumno aprenda a depurar parcialmente el agua.

##### Introducción

En la naturaleza, el agua de un manantial que se caracteriza por ser fresca y cristalina, es el mejor ejemplo de la purificación de agua por filtración, ya que para brotar a la superficie tiene que pasar por diferentes capas de arena, roca, grava, etc. Eliminando diferentes contaminantes, en esta actividad se imitará a la naturaleza. Construyendo un depósito como el que ilustra la FIG. 1, para ello se utilizara lo siguiente (*Hernández, 1992*).

##### Material

- Una botella de 1.5 L de plástico con tapón
- Dos gasas chicas de 10 x 10 cm
- ½ kg. de grava muy fina
- ½ kg. de grava mediana
- ½ kg. de arena fina
- Un clavo
- Un martillo
- Un tripie o un soporte que pueda sostener la botella
- Agua sucia
- 2 vasos de precipitados de 250 mL limpios
- Un mechero
- Un soporte universal
- Un anillo de metal
- Una tela de asbesto

**Nota:** es importante que se seleccione el tipo de grava, para que sea mejor la filtración. También es necesario que la arena y grava que se utilice este

completamente limpia, por lo que es necesario lavarla con agua de la llave y secarla al sol o en la estufa. Guardar el agua sucia obtenida.

### Procedimiento

- 1.- Cortar la botella por la parte de abajo como lo indica la FIG. 1.
- 2.- En el tapón, realizar 5 perforaciones con el clavo
- 3.- Posteriormente tapar la botella
- 4.- Colocar las gasas entre la tapa y la botella
- 5.- Colocar 5 cm de arena seca, golpear ligeramente la botella con la mesa para que se acomode bien la arena
- 6.- Colocar otros 5 cm de grava muy fina, golpeando ligeramente la botella
- 7.- Colocar 5 cm de grava mediana, cuidando que se acomode bien, si se utilizó una botella chica, cuidar el espacio para colocar el agua
- 8.- Terminado el filtro de arena y grava, colocarlo en el tripie
- 9.- Adicionar el agua sucia, si no se tiene, tomar un poco de agua limpia y agrégale un poco de arena sucia, agítalo déjala reposar 2 minutos y añadir en el filtro.
- 10.- Dejar que se filtre el agua libremente, puede tardar un poco, anotar las observaciones

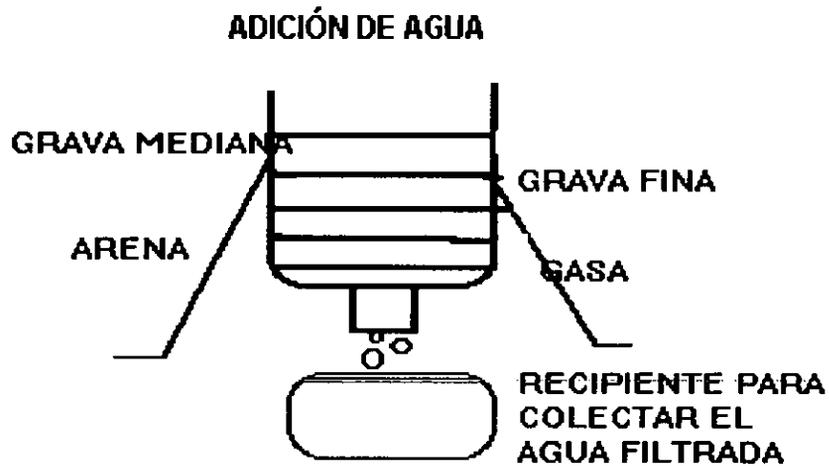


FIG. 1. Elaboración de un filtro de arena y grava

### Cuestionario

- A.- ¿Que apariencia tiene el agua que se obtiene del filtro?
- B.- ¿A que se debe el cambio de apariencia inicial del agua ?
- C.- ¿Que métodos de purificación se lleva acabo en tu comunidad?
- D.- ¿Que pasaría si el agua tuviera color, se obtendrían los mismos resultados?  
¿porque ?

## PRÁCTICA XII: USO DE FLOCULANTES PARA LA LIMPIEZA DEL AGUA

Objetivo: Demostrar al alumno, la utilización de floculantes para limpiar el agua contaminada.

### Introducción

En la actualidad existen varios métodos para la purificación del agua, uno de los primeros en utilizarse fue el fisicoquímico que consiste en la utilización de técnicas físicas (filtración) y químicas (reacciones químicas) (Cortéz y Shirásag, 1994). En esta práctica utilizaremos el sulfato de aluminio como aglomerante y el hidróxido de calcio como coagulante, el cual aglomera la materia orgánica y la precipita al fondo del recipiente donde se lleva a cabo la reacción

Cabe mencionar que este método está siendo actualmente sustituido, debido a los lodos que se producen ya que estos representan otro tipo de contaminación.

### Material

- Tres vasos de precipitado de un litro
- Tres agitadores magnéticos o de vidrio
- Dos pipetas de 5 mL
- 10 mL de una solución de sulfato de aluminio al 30 % en peso
- 10 mL de una solución de hidróxido de calcio al 30 % en peso
- 4 litros agua contaminada
- 3 gr de carbón activado
- Embudo de filtración
- Papel filtro
- 10 mL de una solución de cloro al 50 % en volumen

Nota: el agua no debe tener desechos orgánicos muy grandes, de preferencia elabórela. En una cubeta con agua solicitar a todos los alumnos se laven las manos y al material, adicionar un poco de colorante

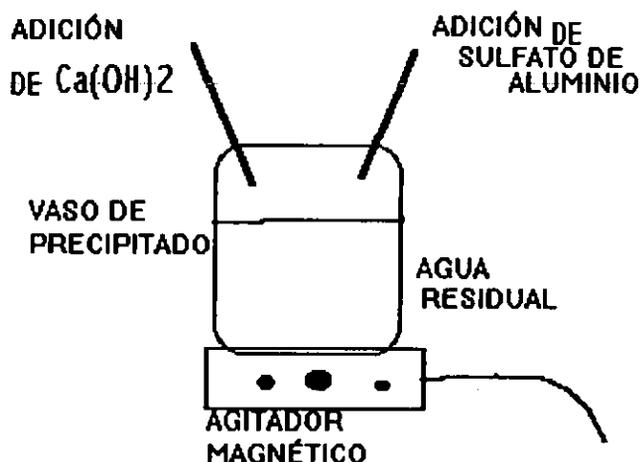


FIG. 1. Uso de floculante para la limpieza del agua

#### Procedimiento

- 1.- Llenar un vaso con agua contaminada, aproximadamente 800 mL
- 2.- Colocar el agitador magnético o comenzar agitar con la varilla de vidrio
- 3.- Con ayuda de otro compañero, adicionar con una pipeta pequeñas dosis de sulfato de aluminio y el hidróxido de calcio como muestra la FIG. 1. Detenerse cada 0.5 mL de adición, la agitación debe ser continua. Se deja de adicionar las sustancias hasta que se empiece a formar los grumos.
- 4.- Dejar reposar la suspensión durante 10 minutos
- 5.- Filtrar, cuidando de no derramar el líquido.

- 6.- Agregar al agua obtenida una pizca de carbón activado y agitar ligeramente
- 7.- Filtrar nuevamente la solución
- 8.- Finalmente adicionar 0.5 mL de solución de cloro, agitar ligeramente
- 9.- Observar el resultado final

### Cuestionario

- A.- Anotar las observaciones y el proceso del cambio de aspecto del agua en todo el procedimiento
- B.- ¿Para que se utiliza el cloro?
- C.-¿ Para que se utiliza el carbón activado?

## PRÁCTICA XIII: TRATAMIENTO BIOLÓGICO COMO ALTERNATIVA

Objetivo: Demostrar al alumno que la aireación promueve el tratamiento biológico aerobio de aguas residuales domésticas

### Introducción

Los tratamientos biológicos están en función de las condiciones bajo las cuales se estabiliza la materia orgánica y puede dividirse en dos categorías, anaerobios y aerobios (*Hernández, 1992*).

Los procesos aerobios son aquellos en los cuales los microorganismos realizan sus actividades en un ambiente que contiene oxígeno disuelto, el cual es utilizado en las reacciones metabólicas.

El proceso anaerobio es el caso contrario ya que en su ambiente no contiene oxígeno y sus reacciones metabólicas se llevan a cabo sin su presencia.

### Material

- Una bomba de aireación para pecera de buena potencia
- Dos frascos del mismo tamaño
- Un matraz erlenmeyer de 250 mL
- Un tapón dihoradado
- Dos tubos de vidrio que puedan entrar en el orificio del tapón
- Agua limpia
- Agua doméstica de preferencia sin residuos visibles orgánicos

## Procedimiento

- 1.- Montar el aparato como lo indica la FIG. 1, cuidando que no tengan fugas de aire las conexiones, porque disminuirá el resultado
- 2.- Llenar al mismo nivel dos frascos del mismo tamaño con agua doméstica
- 3.- Colocar los frascos en el sistema que se muestra la FIG. 1 y conectar el sistema de aireación
- 4.- Dejar tapado herméticamente el segundo frasco durante todo el proceso
- 5.- Mantener el dispositivo durante una semana, anotar las observaciones
- 6.- Abrir, después del tiempo transcurrido los dos frascos y comparar aspecto y aroma.

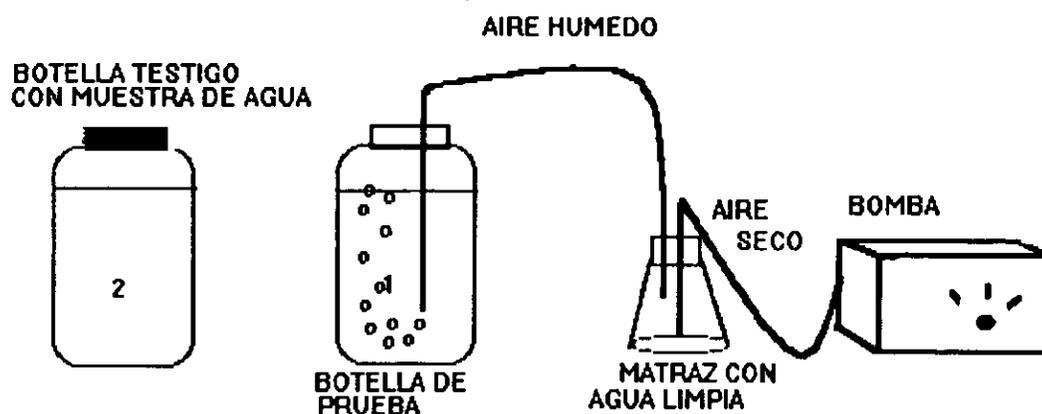


FIG. 1. Tratamiento biológico como alternativa

Nota: El matraz con agua limpia tiene como objetivo, permitir el suministro de aire húmedo a la botella de prueba, previniendo así la comparación del agua del estudio.

## Cuestionario

A.- Anotar las siguientes observaciones

Aspecto físico	Inicio	Final
Color		
Olor		
Aspecto		

B.- ¿Que podría comentar del proceso aerobio?

C.- ¿ Se podría utilizar este proceso en su comunidad ?

## PRÁCTICA XIV. ELIMINACIÓN DE COLOR EN AGUA

Objetivo: Utilizar diferentes métodos para la eliminación de color en el agua.

### Introducción

El agua, después de un proceso depurativo puede presentar color, el cual a veces es muy difícil de quitar. En la presente práctica se utilizará carbón activado y medios ácido/base para eliminar el color.

### Material

- Tres vasos de 250 mL
- 5 g de carbón activado
- 20 mL de una solución de sosa al 20% en peso
- 20 mL de una solución de ácido clorhídrico al 20% en volumen
- Fenolftaleína
- Anaranjado de metilo
- Colorante vegetal
- Un plumón de color fuerte
- Agitador
- Embudo de filtración
- Papel filtro
- Colorante vegetal

### Procedimiento

- 1.- En un vaso de precipitado mezclar el colorante, fenolftaleína y anaranjado de metilo, dividirlo en tres vasos
- 2.- En el primer vaso agregar gota a gota el ácido, agitando ligeramente y anotar las observaciones.

- 3.- En el segundo vaso agregar gota a gota la sosa, anotar las observaciones
- 4.- En el tercer vaso con mezclar, adicionar el color del plumón
- 5.- Agregar una pizca de carbón activado, agitar ligeramente
- 6.- Filtrar la solución con ayuda del embudo y el papel filtro
- 7.- Anotar las observaciones

#### Cuestionario

- A.- ¿ Qué color toma la solución con la adición de ácido?
- B.- ¿ Qué color toma la solución con la adición de la base?
- C.- ¿Cuál es el color final que se obtiene al filtrar la última mezcla?
- D.- ¿ En su casa el agua tiene color ?
- E.- ¿Podría aplicarse este procedimiento para quitar el color a las aguas naturales que lo presenten ?

### **3.4.- ALGUNOS ASPECTOS DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU NORMATIVIDAD**

#### **CRITERIOS PARA LA CALIDAD DEL AGUA**

Así como se ha descrito se genera en pequeña o gran medida desechos, que afectan directamente al suelo y estos a su vez contaminan indirectamente o directamente al agua, también tiene su presencia la contaminación que proviene de la atmósfera.

Por todas estas razones se han implementado una serie de leyes que permiten controlar a corto y largo plazo los niveles de contaminación. Pero no se debe dejar de cooperar, llevando a cabo actividades que contribuyan con esta disminución. Algunas de las leyes son:

- Ley federal de derechos en materia de agua. (CNA, 1994).
- NOM 127 SSAI-1994 Salud ambiental, agua para uso y consumo humano
- Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente
- Normatividad. (*Gaceta ecológica*, 1996)
- NOM 001-Ecol-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las aguas de descarga y bienes nacionales
- Ley de aguas nacionales 1996 (CNA 1996)

En lo referente a la normatividad solo mencionaremos algunos artículos importantes a continuación:

Artículo	Se refiere a:
88	El aprovechamiento del agua y los ecosistemas acuáticos.
91	Autorizaciones para el desvío del curso o causa de corrientes de agua.
92	Promoción de ahorro de agua para abatir los desperdicios y el uso eficiente del agua, así como el tratamiento de agua residual y su reuso.
95	La solicitud para el estudio de impacto ambiental previo al otorgamiento de permisos y concesiones.
96	Normas oficiales para la protección de ecosistemas acuáticos.
97	Establecimiento de viveros, criaderos y reserva de especies, fauna y flora acuática.
117	Prevención y control de la contaminación
118	Criterios para la prevención y control de la contaminación, para la disposición de aguas residuales.
119	Normas oficiales mexicanas para la prevención y control de la contaminación.
120	Tipos de descargas
121	Descargas inadecuadas
122	Criterios que rigen para las condiciones de descarga
123	Descargas de acuerdo a la NOM 001-Ecol

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## TEMA CUATRO: CONTAMINACIÓN TERRESTRE

### 4.1.- CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Se llama suelo a la capa superficial de la corteza terrestre que constituye el medio físico donde crece la mayoría de las plantas. Éstas obtienen de ese suelo el agua y los elementos minerales indispensables para su desarrollo. El suelo constituye, además, el hábitat de numerosos organismos (*Sánchez et al., 1996*).

No obstante que su espesor es pequeño varía entre algunos centímetros y metros de profundidad, tiene una enorme importancia para el hombre ya que de él obtiene la mayor parte de sus alimentos y las materias primas que utiliza en su vida diaria. En los centros urbanos es difícil conocer las características de los suelos porque, generalmente, están cubiertos por una capa de asfalto o de cemento.

La formación del suelo se inicia cuando las rocas, en contacto con la atmósfera se fragmentan (se rompen) en partículas pequeñas debido a la acción de agentes como la lluvia, el viento, los ríos y los cambios de temperatura. Esas partículas minerales pequeñas se depositan en la superficie, y con el tiempo, crecen en ellas plantas que comparten el espacio con diversos organismos, entre otros hormigas, arañas, lombrices y microorganismos (visibles sólo a través de un microscopio) como bacterias y hongos. La mezcla de las partículas minerales, ricas en silicio, aluminio y hierro, con la materia aportada por los distintos organismos, y por el aire y el agua da origen al que ya podemos llamar, con toda propiedad, suelo, por

tanto podemos decir que el suelo es el resultado de la mezcla de cuatro distintos elementos: aire, agua, materia mineral y materia orgánica.

La materia mineral constituye la base de los suelos, lo que determina una gran diversidad de éstos, ya que aunque en la mayoría predominan arena y arcilla, los otros componentes minerales y las propiedades químicas de cada suelo dependen del tipo de rocas de donde provienen. Entre las partículas de esos minerales existen pequeñísimos espacios que contienen aire y agua, que representan entre 40 y 60 % de la totalidad del suelo.

Para que un suelo tenga valor agrícola, debe unir tres condiciones fundamentales: contener partículas pequeñas que retengan la humedad alrededor de las raíces. Contener partículas grandes para que sea poroso y las raíces puedan recibir suficiente aire. Poseer los elementos químicos necesarios para nutrir las plantas.

La materia orgánica del suelo está constituida en gran parte por restos de plantas, animales y microorganismos en distintas etapas de descomposición.

Algunos de esos microorganismos, en especial bacterias y hongos, descomponen la porción orgánica y la transforman en un material negro, o café oscuro, llamado humus, de gran valor nutritivo para las plantas y que favorece la penetración y asimilación del agua.

Ciertos componentes de humus permanecen en el suelo durante cientos de años pero, no obstante su resistencia son transformados gradualmente por la acción de numerosos microorganismos, en agua y minerales que son devueltos al suelo de donde son absorbidos por las raíces de las plantas y  $\text{CO}_2$  que regresa a la atmósfera.

#### 4.2.- FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y CONSECUENCIAS AMBIENTALES

La acumulación de basura así como su descomposición producen olores y gases desagradables, mismos que contaminan el aire, agua y suelo del D.F. consecuentemente afecta la flora, fauna y al hombre, además de que se produce una gran diversidad de fauna nociva.

Mucho se ha hablado del tipo de material que constituye la basura, se dice que hay sólidos biodegradables y no biodegradables.

Se puede considerar material NO biodegradable aquel que para su transformación se requiere procesos químicos con empleo de tiempo y horas de trabajo, también es conocida como materia inorgánica como ejemplo se tienen (*Sánchez et al., 1996*):

Envases de aluminio, vidrio, plástico

Artículos de metal

Artículos de nylon

Pañales y toallas sanitarias

El material biodegradable es aquel que se puede transformar en otra sustancia aprovechable por medio de métodos naturales tales como la acción del aire, solo

tierra con ayuda de microorganismos con o sin presencia de oxígeno, también es conocida como materia orgánica, como ejemplo se tiene:

Resto de alimentos

Cartón

Madera

Prendas de algodón

Papel

Artículos de fibras naturales

No solo existe contaminación por basura también se presentan otros tipos de contaminante como se indica adelante:

### **Contaminación producida por residuos domésticos**

Como los amontonamientos de residuos domésticos o basura urbana al aire libre permanecen en un mismo lugar durante largo tiempo, parte de la basura orgánica que contienen se fermenta. En la descomposición de los residuos orgánicos intervienen varios factores, entre otros, la temperatura, la humedad, el oxígeno del aire y la composición de dichos residuos. En el caso de la basura orgánica expuesta a la intemperie, la descomposición es rápida y de tipo aerobio, porque intervienen en ella el oxígeno de la atmósfera y la circulación del aire. La descomposición aerobia, produce una pronta fermentación de la basura que, además de dar origen al mal olor y gases tóxicos, al filtrarse a través del suelo, en

especial cuando éste es permeable, (deja pasar los líquidos) contamina con hongos, bacterias y otros microorganismos patógenos (productores de enfermedades), no sólo ese suelo si no las aguas superficiales y las subterráneas en contacto con él, interrumpiendo los ciclos biogeoquímicos y contaminando las cadenas alimenticias. Problemas semejantes a los anteriores ocurren en los rellenos sanitarios.

### **Contaminación producida por desechos tóxicos**

Los desechos tóxicos contienen sustancias químicas que incluyen ácidos, dioxinas, metales pesados, disolventes orgánicos, y material radiactivo. Estas sustancias pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas y al contaminar los suelos, las aguas y el aire, amenazan la salud del hombre. Aunque el mayor porcentaje de este tipo de basura es desprendido por diversas industrias, también los hogares, en la actualidad contribuyen a aumentar su volumen por el uso de productos como colorantes, disolventes, desinfectantes y de aerosoles con cloro fluorocarbonos. Cuando estas sustancias se filtran a las capas interiores del suelo la contaminan y destruyen muchos de los organismos que la habitan. Los acumuladores, de amplio uso en la vida moderna contienen metales pesados como plomo, mercurio, zinc, cadmio y níquel. Algunos objetos como las calculadoras y los relojes tienen óxido de mercurio, metal que puede producir enfermedades pulmonares.

## **Contaminación producida por plaguicidas.**

Son también tóxicos varios de los plaguicidas (combaten las plagas) y los fertilizantes utilizados en la agricultura.

Todas esas sustancias afectan al suelo, al agua y al aire. En años anteriores se pensaba que los plaguicidas contaminaban muy poco el suelo en vista de que se evaporan y se descomponen en relativamente poco tiempo, pero, a fines de la década de los ochentas, científicos del suelo descubrieron que muchas de esas sustancias se filtran a través de pequeñas grietas y se adhieren a partículas del suelo donde persisten por largo tiempo contaminandolo y convirtiéndolo en depósito de esas sustancias que continuamente, durante un excesivo periodo, se extienden a las aguas superficiales, y subterráneas. El descubrimiento de la toxicidad de los plaguicidas causó conmoción y obligó a prestar mayor atención a la contaminación del suelo, ya que los agricultores utilizan anualmente millones de toneladas de fertilizantes y plaguicidas. Se sabe que en 1989 fue prohibida la venta de manzanas producidas en California, E.E.U.U.A., porque se consideró peligroso su consumo ese año.

Los plaguicidas han sido clasificados en los tipos siguientes, de acuerdo con el tipo de plagas que, se supone, pueden eliminar: insecticidas, herbicidas, fungicidas (matan hongos) y raticidas (matan ratas y ratones).

Al eliminar plagas destructoras, estos plaguicidas han tenido efectos benéficos para la agricultura pero presentan el inconveniente de no ser selectivos, esto es, no destruyen sólo la especie que se desea eliminar sino también afectan a

muchas otras, y al producir la muerte de otras especies interrumpen algunos de los procesos biogeoquímicos que tienen lugar en el suelo.

Algunos plaguicidas, compuestos de carbono, hidrógeno y cloro reciben el nombre genérico de hidrocarburos clorados, el DDT, cuyo uso ha sido prohibido en varios países, pertenece a este grupo. Son también productos peligrosos algunos derivados del arsénico y del flúor y otros de origen vegetal como la nicotina proveniente del tabaco y la piretrina, obtenido del crisantemo. Todos ellos producen la extinción de numerosos organismos del suelo, y contaminan de sustancias tóxicas a aquellos que no destruyen.

Esas sustancias tóxicas no son solubles ni en el agua ni en la sangre y se acumulan en los tejidos grasos de donde no pueden ser desalojadas por la sangre para ser llevada a los órganos de excreción que se encargarían de eliminarlas. Como no son eliminadas se acumulan en los organismos y pueden alcanzar niveles peligrosos para éstos y para sus consumidores. Reflexiones sobre el peligro que existe para el hombre y los animales que se alimentan de vegetales, ya que las sustancias tóxicas al ser absorbidas por las plantas se difunden (extienden) por todo el vegetal y se acumulan en sus raíces y otros órganos de reserva.

### **Contaminación radiactiva**

Uno de los más peligrosos tipos de contaminación es la radiactiva producida en las pruebas nucleares y en la extracción de uranio y torio utilizados en la

fabricación de lingotes. En 1986, en la población rusa de Chernobyl, se registró la explosión de un reactor nuclear. Las sustancias radioactivas se difundieron en una extensa zona que abarcó con mayor intensidad varios países vecinos, entre otros Finlandia, Polonia, Rumania y Austria. Las sustancias radioactivas contaminaron además de la atmósfera de esos países sus suelos, aguas y vegetación.

En estos países, las personas no pudieron comer vegetales durante varios meses y no se permitió durante largo tiempo, el consumo de carne, leche y otros productos de animales domésticos y de vida libre de toda esa región, ya que se habían alimentado de esos vegetales.

De lo anterior se puede deducir la importancia de la contaminación radioactiva que afecta a la atmósfera y posteriormente el suelo y el agua. Como en el caso de otras sustancias tóxicas la radioactiva se acumulan en las plantas y animales que obtienen su alimento del suelo y son transmitidas por estos a sus depredadores (consumidores) a través de las cadenas alimenticias.

### **Salinización**

Un factor que afecta notablemente la productividad de un suelo es la salinización, esto es, la acumulación de sal. Ésta puede ser depositada por corrientes, o es causada por una excesiva irrigación con aguas con un pequeño contenido de sales. Cuando el agua se evapora la sal se deposita en las capas superiores del suelo que son las más importantes para la agricultura. La continua aplicación de esta agua, durante meses o años, aumenta la cantidad de sal depositada

originando la deshidratación de la raíces de las plantas y produciendo la extinción de varias de éstas.

## **CONSECUENCIAS AMBIENTALES**

Todos los diferentes tipos de contaminante ocasionan degradación y erosión del suelo, esta se clasifica de la siguiente manera:

### **Erosión del suelo**

La erosión es el conjunto de acciones externas que por desgaste progresivo del suelo, tienden a nivelar la superficie del suelo (*Juárez, 1997*). Tipos de erosión:

Eólica: ocasionada por el viento, los granos de arena o polvo son proyectados por el viento contra el suelo.

Pluvial: ocasionada por las partículas que han sido arrancadas por las gotas de agua, al caer en el suelo y ser arrastradas.

Glaciar: causada por la acción mecánica de las masas de hielo.

Química: debida al dióxido de carbono y al oxígeno que acarrear las aguas pluviales.

La degradación del suelo se clasifica en tres grupos (*Sánchez, 1996*).

Degradación química: se debe al manejo deficiente de los implementos agrícolas, las quemadas sucesivas, la aplicación incorrecta y excesiva de fertilizantes, plaguicidas y herbicidas; el vertido de elementos tóxicos y la salinización del suelo por el riego inadecuado.

Degradación física : es el cambio de la estructura del suelo por la utilización de maquinaria pesada; la incontrolada deforestación de los bosques, los incendios y la exposición del suelo al viento y al agua.

Degradación biológica: se debe al abuso de los monocultivos sin una adecuada recuperación de los componentes orgánicos; la desaparición de los microorganismos que facilitan la mineralización del suelo. La recuperación de los suelos es posible con la rotación de cultivos, la utilización de abonos orgánicos en lugar de fertilizantes químicos, plantaciones en terrazas y en surcos siguiendo la pendiente de los terrenos, el establecimiento de barreras rompe vientos, la utilización de aguas libres de contaminantes para el riego y el establecimiento de retenes para el suelo en los drenajes naturales del terreno.

Se procederá a abordar las consecuencias hacia el hombre, de acuerdo a los organismos o plagas generadas por la contaminación, las cuales pueden resumirse en la TABLA 8 (*Fabián et al., 1996*).

**TABLA 8. Relación entre el incremento de basura, plagas y enfermedades**

ORGANISMOS Y/O PLAGAS	BASURA QUE PROPICIA SU REPRODUCCIÓN	CARACTERÍSTICA	ENFERMEDADES QUE CAUSA Y/O TRANSMITE
RATAS	Se alimenta de todo tipo de comida, incluso de cartón y papel. Construye sus nidos con trapos, cartón y papel	Madura sexualmente en dos o cuatro meses de edad. Su gestación es de 22 días más o menos y tiene de cuatro a siete camadas en un año. Vive en drenajes, basureros, cimientos de casas y edificios	Rabia, si muerde y padece este mal. Amibiasis, salmonelosis, tifoidea y otras enfermedades gastrointestinales, al contaminar los alimentos
RATONES	Se alimenta de restos de comida, principalmente cereales, pan y tortillas. Construye sus nidos con trapos viejos, cartón y papel	Madura sexualmente al mes y medio de edad. Vive un año en promedio. Su gestación es de 19 días y tiene hasta ocho camadas, de cinco a seis crías cada una. Vive en agujeros de paredes o bajo estufas, alacenas y otros muebles.	Las mismas que la rata gris
INSECTOS NOCIVOS	Hay diversas especies de moscas: algunas se alimentan de carne en descomposición; otras de restos de arroz, tortilla remojada...; otras más de heces fecales de humanos y animales	Según la especie, tienen una longevidad de dos a tres meses. Depositan cientos de huevos sobre alimentos en descomposición. Al pararse sobre restos putrefactos y heces fecales, sus patas y su cuerpo se contaminan con millones de microorganismos patógenos que dejan en nuestros alimentos cuando se paran en ellos	Amibiasis, salmonelosis, tifoidea y muchas otras enfermedades gastrointestinales
MICROORGANISMOS NOCIVOS COMO: BACTERIAS, HONGOS, VIRUS, ETC.	Heces fecales humanas, combinadas con basura orgánica en descomposición	Bacterias como el <i>ESCHERICHIA COLI</i> y <i>SALMONELLA</i> , fuera del cuerpo humano en el basurero, se recubren con una pared resistente que las protege. Por ser microscópicas, el viento las levanta de la basura y las deposita sobre agua y alimentos que consume el ser humano	Causa el cólera, enfermedad caracterizada por diarreas en extremo frecuentes y abundantes, dolor abdominal y vómito. Si no es atendida de inmediato, la persona puede morir
BASURA SANITARIA	Pañuelos desechables y papel usado por personas enfermas.	Al menos unos 50 tipos de bacterias y otros 50 de virus causan enfermedades respiratorias. También puede transportarlos el viento	Causan infecciones en diferentes niveles del aparato respiratorio: rinitis, faringitis, laringitis, bronquitis
DESECHOS HUMANOS	Heces fecales humanas	El protozoo infeccioso más común es la amiba. Al estar fuera del cuerpo humano, se guarece dentro de una estructura resistente a la desecación. El viento la levanta y la deposita sobre alimentos y agua no protegidos.	Causa la amibiasis, procedimiento caracterizado por diarreas con moco, sangre y pus, dolores abdominales y mareos
BASURA ORGÁNICA	Basura orgánica en descomposición	Diversas especies de hongos pueden desarrollarse sobre la basura orgánica. Se reproducen mediante esporas, las cuales son arrastradas por los vientos hasta los lugares habitacionales	Diversas especies de hongos pueden causar enfermedades de la piel o de los órganos internos o del aparato respiratorio

(Fuente: Fabián et al., 1996)

### 4.3.- EJEMPLOS DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS NO PELIGROSOS

A continuación se mencionaran algunos ejemplos de tratamiento de desecho sólidos no peligrosos (*Sánchez et al., 1996*).

**Reciclaje**                    método de tratamiento que consiste en la transformación de los residuos con fines productivos.

**Reuso**                      proceso de utilización de los residuos que ya han sido tratados que se aplicarán a un nuevo proceso de transformación.

**Compactado**              operación que aumenta la densidad de los residuos mediante la expulsión del aire.

**Incineración**              método de tratamiento, que consiste en la oxidación de los residuos, vía combustión controlada.

**Composteo**                operación de estabilización controlada de la materia orgánica de los residuos, para obtener un acondicionador de suelos o composta.

En la actualidad existen plantas de tratamiento de residuos sólidos no peligrosos que separan la basura mediante diversos métodos: Los metales con un separador magnético; el vidrio con clasificadores; el plástico y el papel con separadores electrostáticos; y los metales no féreos con cribas hidráulicas. Posteriormente, cada tipo de material recibe su respectivo tratamiento para volver a usarse. Cabe mencionar que, no obstante en algunos casos la calidad del material puede ser baja, siempre es mejor su reutilización ya que ello contribuye en afectar en menor

grado al ambiente. A continuación se mencionarán algunos tipos de reciclamiento para este tipo de materiales:

### **VIDRIO**

Vidrio recuperado ⇒⇒ lavado ⇒⇒ adición de sales químicas ⇒⇒ ⇒⇒ fundición ⇒⇒ aire a presión ⇒⇒ templado ⇒⇒ nuevos envases (producto terminado)

### **PLÁSTICO**

Plástico recuperado ⇒⇒ lavado ⇒⇒ molienda ⇒⇒ material de carga (para elaborar nuevos productos)

### **HUESOS**

Hueso ⇒⇒ desengrasado ⇒⇒ molienda ⇒⇒ harina de huesos (para alimentos de animales ó la elaboración de abono fosfatado)

### **PAPEL**

Papel recuperado ⇒⇒ molienda lavado ⇒⇒ tanques digestores ⇒⇒ adición de encolantes ⇒⇒ laminado ⇒⇒ rodillos de secado ⇒⇒ ⇒⇒ producto terminado (nuevo papel)

### **CARTÓN**

Cartón recuperado ⇒⇒ molienda ⇒⇒ blanqueado ⇒⇒ procesamiento ⇒⇒ producto terminado, (papel grueso o cartón)

### **TRAPO**

Trajo recuperado de algodón ⇒⇒ lavado ⇒⇒ hipoclorito de calcio ⇒⇒ desgarrado fino ⇒⇒ estopa

En la zona metropolitana de la ciudad de México, existe una planta tratadora de desechos que esta ubicada en San Juan de Aragón, al sureste de la ciudad de México, cuya capacidad es de 750 toneladas diarias. En esta planta la selección con molienda es mecanizada, se producen 500 toneladas por día de composta, el papel, el tetrapack, el vidrio, los metales separando la madera, huesos y trapos, se venden a la industria para su reutilización.

Además existen alternativas para el tratamiento de residuos no recuperables, tales como la incineración, para producir vapor de agua que se utiliza en turbogeneradores de energía eléctrica, la hidrogenación de la celulosa para obtener aceites ligeros; la oxidación para obtener compuestos orgánicos sencillos, CO<sub>2</sub> y agua; la hidrólisis de celulosa para generar etanol, ácido cítrico y fertilizantes, o la pirólisis, que en ausencia de aire, alta temperatura y baja presión transforma los residuos en compuestos como el carbón vegetal, metanol, aceites ligeros o ácido acético (Sánchez, 1996).

## 4.4.- SERIE DE PRÁCTICAS SOBRE EL PROCESO DE DEGRADACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS

### PRÁCTICA XV: ELABORACIÓN DE COMPOSTA

Objetivo: Enseñar al alumno a seleccionar la basura así como elaborar un abono natural a partir del compostaje de la misma.

#### Introducción

El compostaje es un método que permite utilizar los desechos de materia orgánica biodegradable como son los restos de comida, cascara de huevo, hojas, leños, etc. A efecto de producir un abono natural para plantas, Lo anterior permitiría contribuir a la disminución de los desechos orgánicos (basura) generados por una comunidad (*Gutierrez et al., 1997*).

#### Material

- Basura orgánica: desechos de comida, cascara de huevo, madera, viruta, papel, etc.
- Un recipiente de un metro cúbico de madera con orificios como indica la FIG. 1
- Tierra para maceta
- Una cuchara de albañil
- Un par de guantes largos
- Lentes de protección
- Una bata

## Procedimiento

- 1.- Seleccionar la basura orgánica, separando la madera, ramas, papel y desechos de comida
- 2.- Colocar en el recipiente las siguientes capas con espesor de 10 a 15 cm  
Todas las capas se humedecen en cuanto se coloquen
- 3.- La primera capa se rellena con madera y ramas de tal manera que se deje espacio para que puede circular el aire
- 4.- La segunda capa es de tierra para maceta de preferencia con hojas
- 5.- La tercera capa es de papel, cascarón de huevo y sustancias gruesas o grandes
- 6.- La cuarta capa es de tierra para maceta
- 7.- La quinta capa es de desechos de comida
- 8.- La sexta capa es de tierra
- 9.- Se cubre con algún tipo de tapa para conservar el calor y acelerar la descomposición
- 10.- Dependiendo la época de año y del clima, una pila de 1.5 m de altura tarda entre 4 a 6 meses

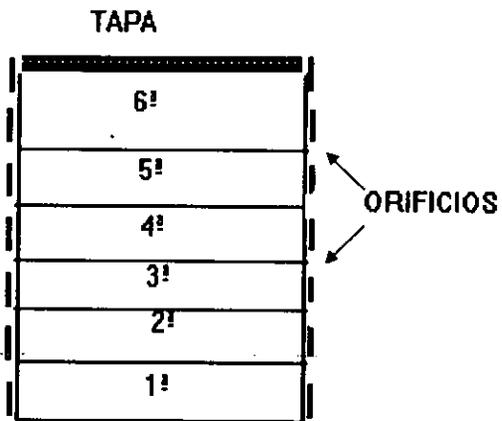


FIG. 1. Pila para la elaboración de composta

### Cuestionario

A.- ¿Que ocurre con la materia orgánica?

B.- ¿ Porque no se utiliza otros tipos de desecho, como laminas, vidrios, plásticos, ropa ?

C.- ¿Que se puede concluir con este procedimiento?

## PRÁCTICA XVI: ELABORACIÓN DE UN DIGESTOR

Objetivo: El alumno construirá un digestor para la producción de biogás

### Introducción

Los digestores son construcciones en donde se colocan los residuos provenientes de animales y vegetales para producir biogás el cual es una mezcla de metano, bióxido de carbono, hidrógeno, anhídrido sulfuroso y nitrógeno, aprovechando la capacidad que tienen los residuos de fermentarse anaerobiamente y de manera controlada (*Heres et al., 1996*).

### Material

- Un tambo de 20 litros sin tapa puede ser de plástico o metal
- Un tambo de 12 litros sin fondo y por la parte de arriba tiene que colocarse la tubería para la salida del gas
- tubos de 1 metro de largo y una pulgada de diámetro con rosca
- válvula de pulgada
- codos con rosca para que se adapten al los tubos
- Un colector de basura
- Un sistema para escape de presión
- Mangueras de una pulgada de diámetro con adaptadores de rosca
- Una hornilla
- Cinta de teflón
- Materia orgánica
- Estiércol

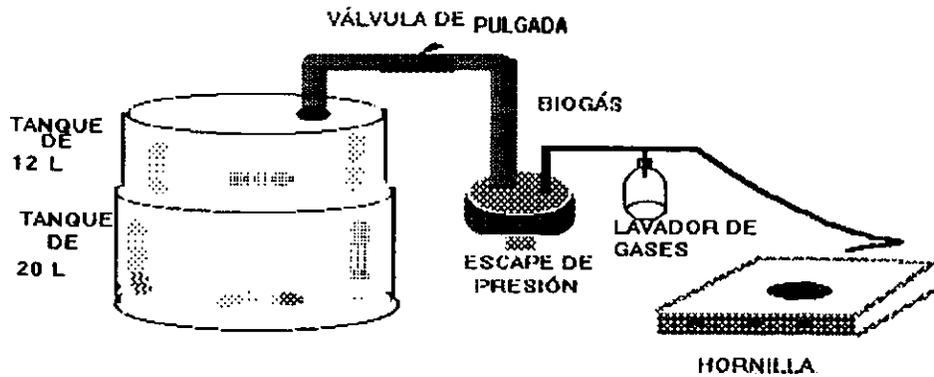


FIG. 1. Esquema del arreglo experimental de un digestor

### Procedimiento

- 1.- Armar el equipo de acuerdo a la FIG. 1, cuidando de que no existan fugas
- 2.- Colocar los residuos orgánicos y el estiércol dentro del tambo de 20 litros
- 3.- Colocar el tambo de 12 litros sin fondo sobre el anterior cuidando de que no presente fugas
- 4.- Se debe esperar de 1 a 5 días para obtener biogás

### Cuestionario

- A.- ¿Cuántos tipos de digestores existen?
- B.- ¿Que beneficio ambiental se obtiene con el uso de estos digestores?
- C.- ¿ Se podría mejorar el equipo digestor?

## PRÁCTICA XVII: BIODEGRADACIÓN DE BASURA

Objetivo: Identificar algunas características de los materiales orgánicos e inorgánicos y su importancia en la biodegradación

### Introducción

Se puede considerar materia NO biodegradable aquella que para su transformación requiere procesos químicos ya que no pueden ser utilizadas por microorganismos, como ejemplo tenemos: aluminio, vidrio, plástico, nylon y metal.

El material biodegradable es aquel que se puede transformar en otra sustancia aprovechable mediante métodos naturales tales en los que intervienen microorganismos, como ejemplo se tiene: restos de alimentos, madera, papel, cartón, prendas de algodón y artículos de fibras naturales (*Fabián et al., 1996*).

### Material

- 4 macetas de 50 cm de diámetro y de 50 a 70 cm de altura
- Tierra suficiente para rellenar las macetas
- Basura orgánica.
- Basura inorgánica (vidrio, latas)



FIG. 1. Arreglo experimental para la biodegradación de basura

#### Procedimiento

1. - Numerar las macetas como lo indica la FIG. 1.
2. Llenar la maceta número uno hasta la mitad con tierra, sobre esta coloca  $\frac{1}{4}$  de kg de basura orgánica, previamente picada en pequeños trozos y llenar la maceta con tierra hasta el borde
3. - En la maceta 2 repetir el paso anterior pero utilizando  $\frac{1}{4}$  de basura inorgánica
4. - En la maceta 3 colocar  $\frac{1}{4}$  de basura orgánica pero sin tierra
5. - Llenar la maceta 4 únicamente con tierra

6. - Observar las macetas por el laso de 4 semanas tomando nota

7. - Regar periódicamente las macetas

8. - Cada semana remover la basura para observar su estado, después cúbrirla nuevamente

Cuestionario

A.- ¿ Cómo se podría acelerar la descomposición de la basura ?

B.- ¿ Se puede observar algún cambio físico en la tierra de las macetas ?

C.- Anotar las observaciones en la siguiente tabla

**RESULTADOS DE LA BIODEGRADACIÓN DE BASURA PARA CADA MACETA**

Fecha de observación				
Olor				
Humedad				
Volumen				
Color				
Temperatura				

## PRÁCTICA XVII: GENERACIÓN DE LIXIVIADOS APARTIR DE BASURA DÓMESTICA

Objetivo: Ejemplificar la formación de lixiviados en un relleno sanitario y como pueden llegar a contaminar el suelo y el agua de los mantos freáticos.

### Introducción

Como se ha visto, no todas las acciones son las mejores para resolver la contaminación, como es el caso de los rellenos sanitarios, que solucionan parcialmente el problema de la basura en el suelo, pero generan contaminación en el suelo, pudiendo eventualmente contaminar el agua de los mantos freáticos (aguas del subsuelo). Esto debido a que existe una filtración natural del agua por el suelo, y al encontrarse con los rellenos sanitarios debajo del suelo, arrastra los contaminantes, generando una contaminación en el agua presente (*Fabián et al., 1996*).

### Material

- 3 envases de plástico de 2 L.
- Tres bolsas de basura
- Trozos de manguera vieja
- Una cinta adhesiva para tubería
- Unas tijeras
- Tres talones
- Una regadera de jardín
- Un rodillo
- Tres frascos de plástico de un litro
- Tres cucharas
- Un refrigerador
- Arcilla para moldear
- Aceite vegetal
- Arena
- Polvo para gelatina
- Basura: como caramelos, comida, bolsas de papel, platos de cartón, cuadernos cortados, ligas, cucharas desechables, desperdicios, etc.

## Procedimiento

Preparar con gelatina y desechos orgánicos en una mezcla para simular un relleno sanitario

- 1.- Para ello es necesario tres moldes del mismo tamaño
- 2.- Elaborar una gelatina, vertir en los moldes, previamente engrasados con aceite vegetal, para fraguar utilizar el refrigerador
- 3.- Colocar varias capas de gelatina de diferentes colores, cada capa debe tener basura en pequeños trozos
- 4.- En los envases de plástico, cortar la parte superior e invertirlas, conectar por la boca de la botella una manguera, cuidando que quede bien ajustada, utilizando la cinta adhesiva, llenar cada envase con arena para quedar cubiertas las paredes
- 5.- Colocar en cada envase una etiqueta con la leyenda y el revestimiento que se indica

<b>Leyenda</b>	<b>"Revestimiento</b>
relleno sanitario sin revestimiento	nada
relleno sanitario con arcilla	arcilla
relleno sanitario con revestimiento de plástico	bolsa de plástico

6.- Colocar un vaso de precipitado en la parte inferior para coleccionar el líquido como lo indica la FIG. 1.

7.- Con una regadera húmedecer la arena; hacer una concavidad con las cucharas, de tal manera que pueda introducirse los moldes de "relleno sanitario"

8.- Con arcilla para moldear y un rodillo elaborar una capa de 0.5 cm de espesor y colócar en la concavidad. Dicho capa debe de sobresalir 1.2 ó 1.3 cm de la arena y quedar doblado

9.- Regar los "rellenos sanitarios" todos los días con agua con color fuerte, durante una semana, anotar las observaciones

10- Comparar los resultados obtenidos

NOTA: No se debe de exceder en el agua, para no provocar desbordamientos en los envases.

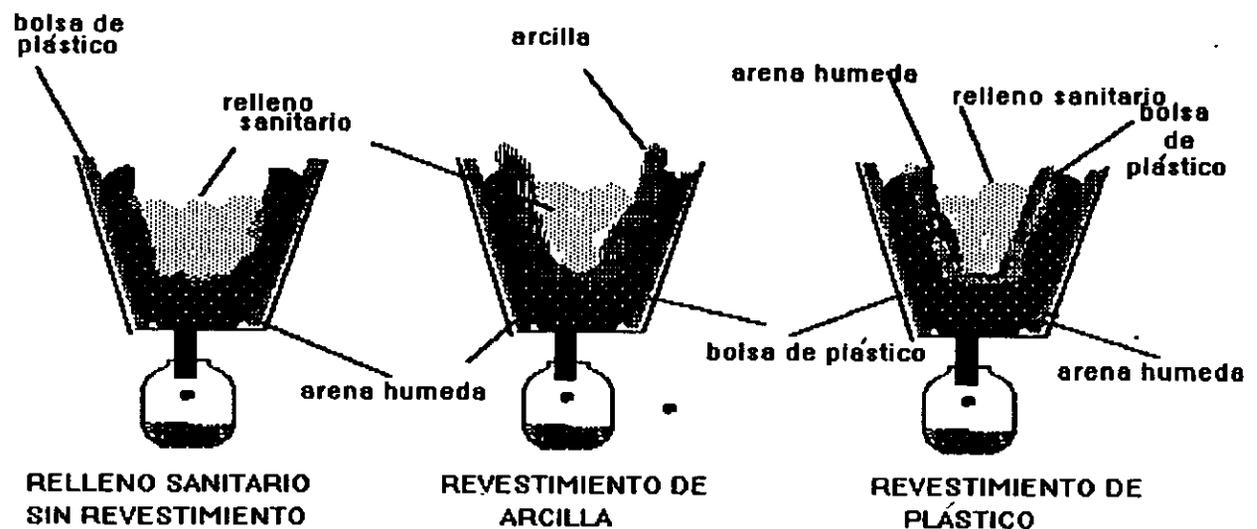


FIG. 1. Generación de lixiviados a partir de basura doméstica

Cuestionario

A.- ¿Cuál tipo de relleno funciona mejor?

B.- ¿De que manera los revestimientos evitan la contaminación?

C.- ¿Qué más se puede hacer para evitar la contaminación por lixiviados?

#### **4.5.- ASPECTOS EN LA CALIDAD DEL SUELO Y NORMATIVIDAD**

La contaminación por basura en el suelo es un tema de gran interés pero poco abordado en nuestro país.

Sin duda una de las soluciones que favorecen a la disminución de contaminantes es el reuso de materiales. En general la recuperación de materiales son procesos muy caros y que en países del tercer mundo no son fácil de implementar.

Lo anterior es otra razón más por la que se debe de tener mayor consciencia y pensar dos veces el o los tipos de artículos que se utilizan, ya que desde su fabricación son contaminantes.

Es decir, en los artículos de consumo, existen una gran diversidad de ellos que desde que salen de la fabrica, están condenados a ser material de desecho y consecuentemente contaminante.

Por ejemplo los envases térmicos que contienen comida deshidratada (sopas instantáneas); las bolsas de papas fritas, las cuales son vistosas e invitan al consumo pero que eventualmente serán desechadas.

A continuación se mencionaran algunos artículos relativos a la normatividad del suelo (LGEEPA, 1996).

## **Normatividad**

- Articulo            Se refiere a:
- 134.-            Criterios para la prevención y control de la contaminación del suelo.
- 137.-            Autoridades y leyes que se aplican para el funcionamiento de sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento rehuso, tratamiento y disposición final de residuos salidas municipales NOM.
- 140.-            Normas para la generación, manejo y disposición final de residuos de lata degradación.
- 141.-            NOM para la fabricación y utilización de empaques y envases para todo tipo de productos.
- 142.-            Lo referente a la prohibición de la autorización para la importación de residuos para cualquier tipo de tratamiento.
- 143.-            Da indicaciones sobre los plaguicidas, fertilizantes y demás materiales peligrosos, estarán sujetos a NOM y secretarías que la competan,
- 146.-            Las secretarías competentes que establecen la clasificación de las actividades que deban considerarse altamente riesgosas, tales como corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables o biológico-infecciosos.

## TEMA CINCO: CONTAMINACIÓN POR RUIDO

### 5.1.- Características del ruido

El **ruido** es energía mecánica proveniente de superficies vibratorias transmitida en forma intermitente o estadísticamente fortuita.

El **sonido** es una forma de transmisión de energía sonora a través del aire en forma de onda (Juárez, 1997).

La onda de sonido consiste en una sucesión de compresiones y descompresiones que alteran la densidad normal del medio en el que se propagan. La velocidad del sonido en condiciones del aire normal en la tierra es de aproximadamente 330 metros por segundo. Cualquier objeto que se desplaza a menor velocidad que el sonido se denomina como subsónico y a mayor velocidad supersónico. Una velocidad superior requiere más energía, lo cual ocasiona a su vez más ruido.

Cuando la masa de un objeto vibra, las moléculas del aire aumentan y disminuyen su presión ejerciéndola unas sobre las otras. Estos cambios se propagan en todas las direcciones, de igual manera que lo hacen las ondas que se mueven a lo largo de la superficie del agua y son lo que se denomina ondas sonoras.

Las ondas sonoras tienen tres propiedades físicas: frecuencia, intensidad y composición (Juárez, 1997).

La **frecuencia** es la periodicidad con que se repite la oscilación de la onda y depende de la velocidad con que vibra una fuente de sonido. Cada serie de

cambios de presión, constituidos por la compresión y su respectiva descompresión constituyen un ciclo y la frecuencia es el número de ciclos por segundo o hertzios.

La **intensidad** es el grado de desplazamiento de las partículas en cualquier dirección o amplitud de la onda. Se mide en decibeles (db) o décima de un bel, que es una unidad relativa y que se percibe como sonoridad del estímulo.

La **composición** depende de la fuente productora del sonido, que puede emitir tonos más complicados que la onda acústica, en forma de ondas complejas o timbre del sonido.

El **timbre** permite diferenciar entre dos sonidos que tienen igual frecuencia e intensidad pero diferente forma de onda.

**El ruido es un contaminante físico que ha sido definido por la organización mundial de la salud como el sonido no deseado, cuyas consecuencias son una molestia para el ser humano, con riesgo para la salud física y mental (Juárez, 1997).**

El ruido puede afectar al ser humano a nivel auditivo y no auditivo, ya que el sentido de la audición está ligado con la emisión y percepción de la palabra, así como con las funciones psíquicas del individuo.

## 5.2.- CONSECUENCIAS AMBIENTALES

Cuando las personas son expuestas a un estímulo excesivo y prolongado pueden producirse daños graves sobre la audición por lesiones en el oído interno.

Si la exposición es más o menos continua (8 horas) con un nivel de 90 decibeles es posible que se produzca sordera. Pero la exposición a sonidos breves e intensos también produce daños por trauma acústico (*Juárez, 1997*).

Las alteraciones del sistema auditivo y del sistema nervioso que se producen por efecto del ruido se han determinado y por regla general los niveles de ruido por arriba de los 80 decibeles o más altos pueden producir pérdida permanente, pero al experimentar niveles de 135 decibeles se pueden causar efectos perjudiciales instantáneos. Si el nivel excede de 150 a 160 decibeles el tímpano puede quedar sin posibilidades de reparación y los huesecillos del oído puede desplazarse o romperse.

Sin embargo la consecuencia más grave del ruido excesivo no es la pérdida paulatina del oído, sino las reacciones de angustia, ansiedad o miedo que van acompañada de cambios fisiológicos tales como latido de corazón, constricción de los vasos sanguíneos, espasmos digestivos, dilatación de las pupilas entre otros.

A largo plazo, ese tipo de estimulación excesiva ha causado trastornos emocionales y daños en el corazón, cerebro, hígado y falla en la percepción y aprendizaje, sobre todo en niños.

Los sonidos a los que está sometido el ser humano son muy variados y van desde leves como un murmullo, el cual tiene una intensidad de 40 decibeles y un tono de 1000 hertzios, hasta un día de tráfico pesado que somete a los seres

humanos a 80 decibeles, en tanto que un avión a propulsión impacta hasta con 140 decibeles.

Cabe mencionar que de 60 a 65 decibeles es la intensidad máxima a la cual esta permitido emitir ruidos y sonidos sin perjuicio para el ser humano.

A continuación se muestra la TABLA 10 en donde se compara la intensidad en decibeles con el instrumento que lo produce:

TABLA 10. Niveles de sonido y respuesta humana

UMBRAL DEL OÍDO	DECIBELES	INSTRUMENTO
DOLOROSO	180	motor de cohete
	170	
	160	
	150	jet en el despegue
	140	
	130	
MOLESTO	120	telar mecánico
	110	remachadora
	100	maquina impresora
MUY FUERTE	90	motocicleta
	80	eliminación de basura
MODERADAMENTE FUERTE	70	aspiradora
	60	conversación normal
	50	ruido de sala en casa
BAJO	40	dormitorio
	30	biblioteca
MUY BAJO	20	susurro
AUDIBLE	10	estudio de radio

(Fuente: Juárez, 1997)

El ser humano vive en un ambiente lleno de ruidos generados por diversas causas. Las consecuencias que se tiene al estar en contacto con este contaminante, son peligrosas.

### 5.3 PRÁCTICA XIX: DISPERSIÓN DEL RUIDO

Objetivo: El alumno comprobará los diferentes modos de propagación del ruido en diversos medios

#### Introducción

El ruido es una forma de transmisión de energía sonora que viaja a través del aire en forma onda. La onda de sonido consiste en una sucesión de compresión y descompresiones que alteran la densidad del medio en que se propaga.

El ruido provoca perturbaciones en el sistema nervioso central y además de las funciones circulatorias, cardiacas respiratorias y endocrinas.

Se asocia además con dolores de cabeza, náuseas, ansiedad, inestabilidad emocional, estados de molestia, cambios de humor y reducción en la calidad y precisión del trabajo (*Rincón, 1994*).

#### Material

- 3 ligas de diferente grosor
- Una caja de zapatos vacía
- Un reloj despertador
- Un globo
- Una campana grande
- Un recipiente hondo y grande

#### Procedimiento

1.- Colocar las tres ligas en la caja de zapatos como indica la FIG. 1.

- 2.- Hacer vibrar las ligas a la vez, mientras se encuentran sonando tocar la base de la caja con la mano, luego coloca la caja cerca del oído y hacerlas sonar nuevamente
- 3.- Inflar el globo y pegarlo al oído
- 4.- Hacer sonar el despertador y colocarlo sobre el globo
- 5.- Llenar el recipiente con agua
- 6.- Sumergir la campana y golpearla con una moneda cómo se indica en la FIG. 1.

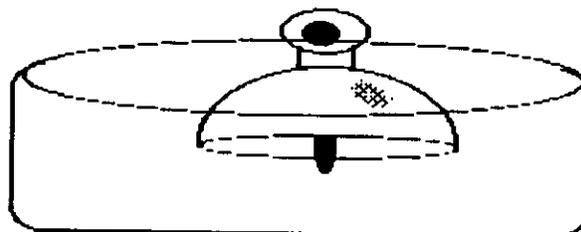
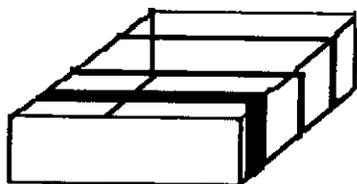


FIG. 1. Dispersión del ruido

#### Cuestionario

- A.- ¿ Como se percibe el ruido en cada uno de los experimentos ?
- B.- ¿ Se puede percibir como se propaga el ruido en los diferentes materiales, aire, agua, cartón?
- C.- ¿ Cual material propaga mejor el ruido?
- D.- ¿ Cual es la diferencias entre el ruido y el sonido?

## **5.4.- ASPECTOS Y NORMATIVIDAD DEL RUIDO**

**Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión del ruido.**

Indudablemente que algunos instrumentos musicales, así como de vehículos automotores, bocinas, campanas, silbatos de fábricas, aeronaves, maquinaria industrial, entre otros, son los causantes del ruido como contaminante urbano, lo que acarrea una desorganización física entre quienes participan de ello (*Sainz y Sainz, 1996*). Por lo anterior se implementa un control de ruido y normas que a continuación se mencionan.

### **Control del ruido**

Reducir la fuente

- Reducir la fuerza del ruido por el radio de acción
- Modificar el diseño de los aparatos
- Cambiar el material de la fuente
- Cambiar la fuente por otra alternativa

Interrumpir la vía de transmisión

- Utilizar medios absorbentes del ruido
- Utilizar dispositivos que funcionen como interruptores mecánicos del ruido
- Resaltar la importancia de la arquitectura del paisaje.

Proteger al receptor

- Utilizar tapones u orejeras
- Alejarse de la fuente
- Reducir exposición con rotación de tareas.

### **Normatividad**

El reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido propone sanciones a quienes abusen en la producción de ruido y sonidos, especialmente en establecimientos comerciales, industriales, en centros de diversión y en la vía pública. Prohíbe, entre otras cosas, el uso inmoderado de altavoces, el transitar en automóviles con el escape abierto; también sanciona la detonación de cohetes, las manifestaciones ruidosas, el uso indebido de aparatos de sonido, el ensayo de bandas con tambores y clarines en lugares públicos y en general, todo aquello que perturbe la tranquilidad urbana, especialmente en horario nocturno.

**Artículo 155.-** Queda prohibida las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas.

**Artículo 156.-** Establecerán los procedimientos a fin de prevenir y controlar la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores y fijarán los límites de emisión respectivos.

## CONCLUSIÓN

El presente trabajo representa una propuesta de prácticas enfocadas a Educación Ambiental, asignatura para alumnos del nivel medio básico. Todas ellas buscan en común el despertar la consciencia y la participación activa del estudiante, por lo que se pretende sirvan como apoyo didáctico, ya que para su realización se tomo en cuenta el temario contemplado por la asignatura teórica de los programas de estudio vigentes aprobados por la Secretaria de Educación Pública.

La mejor forma de combatir la contaminación es crear una consciencia de tal manera que se permita al ser humano ver con otra perspectiva su entorno, su país, al mundo y en general al universo. Sólo así, será posible valorar los beneficios o riesgos que emanen de una determinada decisión en torno a la afectación positiva o negativa del ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Albert, L. y López, S. 1995. DICCIONARIO DE LA CONTAMINACIÓN. Centro de Ecología y Desarrollo, México D.F.
- 2.- Beltrán, M. M. 1996. EL MUNDO EN PELIGRO. Fernández editores, México D.F.
- 3.- Bravo, H., Sosa, E. y Torres, J. 1991. OZONO Y LLUVIA ÁCIDA EN LA CIUDAD DE MÉXICO. Ciencias, 22/ Abril /33-40
- 4.- CNA, 1994. LEY FEDERAL DE LOS DERECHOS DEL AGUA. Comisión Nacional del Agua. México D.F.
- 5.- CONACYT, 1996. CUADERNO DE EXPERIMENTOS. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología III Seminario Nacional de Ciencia y Tecnología, México D.F.
- 6.- Cortéz, J. y Shirásag, G. 1994. QUÍMICA PRÁCTICA. Fernández editores, México D.F.
- 7.- Ecurra, E. 1991. ¿ QUE MIDE EL IMECA ? Ciencias. 22 / Abril / 41-43
- 8.- Ecurra, E. 1991. LAS INVERSIONES TÉRMICAS. Ciencias, 22/ abril/51-53
- 9.- Fabián, C. E., Escobar, M. A. y Morales, L. Y. 1996. EDUCACIÓN AMBIENTAL. Ediciones pedagógicas, México D.F.
- 10.- Finkelman, J. 1990. GUÍAS DE CALIDAD DEL AIRE PARA EUROPA. Publicaciones regionales de la OMS. 35/serie europea / México.

- 11.- Fuentes, G. V. 1991. LA CONTAMINACIÓN POR PARTÍCULAS SUSPENDIDAS EN LA ATMÓSFERA DEL VALLE DE MÉXICO. *Ciencias*, 22/ abril/ 45-49
- 12.- Gutiérrez, R.J., Trejo, L.O. y Camacho, N. S. 1997. DISTRITO FEDERAL EDUCACIÓN AMBIENTAL, CAMINOS ECOLÓGICOS, Límusa, México D.F.
- 13.- Heres, P. E., Chávez, T. C. y Muños, L. 1996. EDUCACIÓN AMBIENTAL. Patria, México D.F.
- 14.- Hernández, V. G. 1992. TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL MUNICIPAL INDUSTRIAL Y REUSO, SECCIÓN PRUEBAS DE TRATABILIDAD. Facultad de Química UNAM. Cursos abiertos de educación continua, México D.F.
- 15.- Juárez, N. M. 1997. MÓDULO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL, CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA. Memorias del diplomado básico seguridad, higiene industrial, salud en el trabajo y protección ambiental. Educación continua, Facultad de Química, UNAM.
- 16.- LGEEPA, 1996. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE. *Gaceta Ecológica*, 40/otoño/71-120
- 17.- Odum, E P. 1986. ECOLOGÍA, EL VINCULO ENTRE LAS CIENCIAS NATURALES Y LAS SOCIALES. Continental, México D.F.
- 18.- Rincón, A. A. 1994. ABC FÍSICA. Grupo Herrero, México D.F.
- 19.- Sainz, C. L. y Sainz A. K. 1996. EDUCACIÓN AMBIENTAL. Prentice-Hall Hispanoamericana, México D.F.

- 20.- Sánchez, A., Sánchez, V. y Sánchez, H. 1996. EDUCACIÓN AMBIENTAL. Trillas, México D.F.
- 21.- Sandoval, R., Bello, S. y Hernández, G. 1994. QUÍMICA 1. Límusa, México D.F.
- 22.- SEP. 1993. PLAN Y PROGRAMA DE ESTUDIO 1993, Educación básica secundaria, Secretaria de Educación Pública, México D.F.
- 23.- SEP. 1996. LIBROS DE TEXTO PARA SECUNDARIA Ciclo 1996-1997, Tercer grado, Secretaria de Educación Pública, México.D:F.

## **ANEXO I: GLOSARIO DE TÉRMINOS ÚTILES**

**ABIÓTICO:** Materia que no tiene vida propia, por ejemplo el agua, el aire y los minerales, proceso que se realiza sin intervención de los organismos por ejemplo lixiviación.

**ÁCIDO:** En general sustancia que disuelta en agua forma iones de hidrogeno, también llamados protones.

**ACUÍFERO:** Formación geológica a través de la cual el agua puede precolar, a veces muy lentamente y a grandes distancias.

**AEROBIO:** Proceso vital u organismo que requiere oxígeno. Condiciones en la que hay aire libre.

**AGÉNESIS:** Ausencia total de un órgano, al no haberse formado durante el desarrollo del feto

**AGENTE CARCINOGENICO:** Véase carcinógeno

**AGENTE COCARCINOGENICO:** Factor químico, físico o biológico que intensifica el efecto de un carcinógeno.

**AGENTE FÍSICO:** Forma de energía capaz de actuar como vehículo o causa de un proceso patológico entre las más importantes se encuentra el calor, radiaciones y las ondas sonoras o luminosas.

**AGENTE MUTAGÉNICO:** Véase mutágeno

**AGENTE NOCIVO:** Aquel que altera el ambiente y representa un riesgo significativo , desde el punto de vista de salud , para el individuo o la población o

bien, que indirectamente puede causar daño al hombre o a su patrimonio natural cultural o económico.

**AGENTE PATÓGENO:** Véase patógeno.

**AGENTE QUÍMICO AMBIENTAL:** Cualquier sustancia natural o sintética que esta presente en el ambiente en general o en algún medio específico como el agua, aire, suelo o alimentos.

**AGENTE TERATOGENICO:** Véase teratógeno

**AGENTE TÓXICO AMBIENTAL:** Sustancia altamente nociva para los organismos que se encuentra en los ecosistemas

**AGENTE TÓXICO:** Véase sustancia tóxica

**AGROQUÍMICO:** Cualquiera de las sustancias químicas que se utilizan para la agricultura moderna por ejemplo fertilizantes o plaguicidas.

**AGUA POTABLE:** Aquella que es apta para el consumo humano y cuya ingestión no tendrá efectos nocivos para la salud.

**ALMACENAMIENTO:** acción de retener temporalmente.

**AMBIENTE:** Conjunto de todas las condiciones externas que influyen sobre la vida, el desarrollo y en ultima instancia la supervivencia de un organismo. Puede ser limitado, en cuyo caso se llama de microambiente o incluir regiones extensas a lo que se llama macroambiente.

**ANABOLISMO:** Síntesis de compuestos orgánicos dentro de un organismo. Es parte del metabolismo, de la generación de estructuras celulares ( síntesis celular).

**ANAEROBIO:** Referente a los seres vivos o a los procesos vitales que ocurren en ausencia de aire u oxígeno o en medios con baja presión parcial de este. Condiciones en que no hay oxígeno libre.

**ATAXIA:** Incapacidad de coordinar los movimientos musculares voluntarios.

**AVICIDAS:** Sustancia empleada para matar o controlar aves que son plagas para los cultivos.

**BIOCONCENTRACIÓN:** Aumento de una sustancia en los tejidos de un organismo a partir del ambiente y en relación con sus concentraciones en él.

**BIODEGRADABILIDAD:** Capacidad de una sustancia para transformarse en compuestos más sencillos por acción de los microorganismos, usualmente en el suelo, agua o en los organismos.

**BIODEGRADABLE:** Que pueden ser biodegradado por la acción de microorganismos hasta dar compuestos sencillos como agua o bióxido de carbono.

**BIOGÁS:** Gas de procedencia biológica generado por la transformación de sustancias orgánicas via metabolismo bacteriano. Su composición usual es de aproximadamente 66 % de metano y 33 % carbono libre, es de alto poder calorífico.

**BIÓTICO:** Que tiene vida.

**CADENAS ALIMENTARIAS:** Es la reducción existente entre seres vivos productores de alimentos ( algas y plantas ) y consumidores, ya sean primarios , secundarios, terciarios y cuaternarios. El último eslabón de la cadena esta

representado por los organismos que desintegran los cuerpos de los organismos ya muertos.

**CARBÓN ACTIVADO:** Forma de carbón vegetal o animal con gran capacidad de adsorción. Es empleado para eliminar muchos contaminantes con fines depurativos de análisis, medición o control. Funciona como agente decolorante y deodorizante, y en el tratamiento de algunas intoxicaciones agudas.

**CARBÓN VEGETAL:** Forma del carbón que se produce por el calentamiento de la madera en ausencia de aire.

**CARBÓN:** Material mineral combustible que consiste principalmente de carbono con cantidades variables de hidrocarburo y compuestos inorgánicos.

**CARCINOGENESIS:** Inducción de tumores cancerosos.

**CARCINOGENICIDAD:** Capacidad de una sustancia para inducir neoplasmas malignos, es decir cáncer.

**CARCINÓGENO:** Agente químico, físico o biológico que puede actuar sobre los tejidos vivos de tal forma que se produzca un neoplasma maligno.

**CATABOLISMO:** Degradación de moléculas, orgánicas para pasar a sustancias orgánicas sencillas. Es parte del metabolismo responsable de la obtención de energía metabólica.

**CATÁLISIS:** Aceleración de una reacción química que es inducida por una sustancia llamada catalizador.

**CATALIZADOR:** Sustancia que facilita o acelera una reacción química y no muestra cambios al final del proceso. En las reacciones bioquímicas, este papel lo desempeñan las enzimas.

**CICLO BIOGEOQUÍMICO:** Proceso natural por el cual una sustancia se moviliza en la biósfera. Puede incluir el transporte a través de varios medios (aire, agua, suelo) seguido por una transformación ambiental y su acarreo a través de uno o varios ecosistemas. También se les llama ciclo biológico, algunos ejemplos son ciclo del agua, ciclo del nitrógeno, ciclo del carbono.

**CLOROFLUOROCARBONOS:** Hidrocarburos alifáticos en que un número elevado de hidrógenos, o todos ellos, han sido sustituidos por átomos de flúor o cloro.

**COLIFORME:** Término colectivo que refiere a diversos géneros de bacilos intestinales Gram negativos, como *Escherichia*, *Enterobacter* o *Klebsiella*. Se usan como indicadores de contaminación fecal de las aguas, en especial la tipo potable.

**COMPOSTA:** Es un proceso biológico consistente en degradar la materia orgánica con ayuda de microorganismos existentes en la tierra con que se elabora. Se usa con buenos resultados como abono en los campos de cultivo, mezclada en proporciones variables según el tipo de plantas y la composición de la tierra de cultivo.

**CONTAMINACIÓN:** Introducción de agentes químicos, físicos o biológicos a un medio al que no pertenecen. Cualquier modificación indeseable de la composición natural de un medio por ejemplo el agua, aire o suelo.

**CONTAMINANTE:** Forma de materia o energía presente en un medio al que no pertenece, o bien, por arriba de su concentración basal.

**DDT:** Plagicida organoclorado, fue el primer plaguicida sintético en entrar al mercado, su nombre químico es dicloro-difenil-tricloroetano, del cual proviene su abreviatura.

**DEGRADACIÓN:** Proceso de descomposición de la materia, por medios químicos, físicos y/o biológicos.

**DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO: (DBO)** Cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar, por medios biológicos (empleando microorganismos) la materia orgánica biodegradable de una muestra de agua residual hasta la obtención de productos finales. Requiere de 5 días en el caso de ser DBO<sub>5</sub> y debe realizarse a 20 grados en ausencia de luz

**DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO):** Es un procedimiento para estimar de manera indirecta el oxígeno requerido para oxidar el total de materia orgánica presente en una muestra de agua residual hasta dar bioxido de carbono y agua como productos finales. Es una medida indirecta de la contaminación de estas aguas por sustancias diversas. Debido que para la prueba se utilizan oxidantes muy fuertes y alta temperatura solo requiere de tres horas para la realización de la prueba.

**DESECHOS PELIGROSOS:** Aquellos que a causa de su reactividad química, sus características tóxicas, explosivas, corrosivas, biológico infecciosos constituyen un peligro para la salud o el ambiente, ya sea por si mismos o cuando entran en contacto con otros desechos.

**DESECHOS:** Cualquier sustancia o mezcla de sustancias, en estado sólido, líquido o gaseoso, para la cual no se encuentra un uso posterior y debe

emplearse un método de eliminación o deposición final. Pueden ser peligroso o no peligrosos.

**DESINFECTANTE:** Sustancia que destruye o inactiva los microorganismos.

**DESORCIÓN:** Disminución de la cantidad de una sustancia que está adsorbida en un medio específico.

**DETERIORO AMBIENTAL:** Alteraciones que sufren uno o varios de los elementos que conforman un ecosistema, ante la presencia de un elemento ajeno a sus características y dinámica.

**DIÓXIDO DE CARBONO:** Gas incoloro, inodoro de fórmula  $\text{CO}_2$ , es aproximadamente 50 % más pesado que el aire, se forma en procesos naturales o por combustión.

**DISOLVENTE:** Líquido en el que una o más sustancias pueden formar una solución. Los disolventes pueden ser inorgánicos, como el agua u orgánicos como el cloroformo.

**DISPOSICIÓN FINAL:** Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios destinados o basureros.

**DIVERSIDAD:** Medida de la variedad de especies presentes en una comunidad, riqueza de especies en el área y abundancia relativa de las mismas.

**DL<sub>100</sub>:** Dosis letal absoluta, la menor cantidad de un agente tóxico requerida para matar al 100 % de los organismos de prueba.

**DL<sub>50</sub>:** Dosis letal mediana, cálculo estadístico de la cantidad de sustancia tóxica por kilogramo de peso corporal que si es administrada en una sola ocasión causará la muerte del 50 % de los organismos de prueba.

**DL<sub>min</sub>:** Dosis letal mínima, la menor cantidad de agente tóxico que cuando se absorbe, causa la muerte por lo menos en uno de los organismos de prueba.

**DOSIS:** Cantidad de una sustancia o de una forma de energía, que se administra a un organismo en una sola aplicación o en una unidad de tiempo determinada.

**ECOLOGÍA HUMANA:** Estudio de la relaciones entre el hombre y su medio físico, biológico, socioeconómico y cultural; incluye la relación de él y su ambiente total.

**ECOLOGÍA:** Estudio de la totalidad de las interrelaciones entre los organismos y el ambiente.

**ECÓSFERA:** Conjunto de la biósfera y los factores que determinan la interacción de los organismos con elementos abióticos de ella.

**ECOSISTEMAS:** Unidad estructural, funcional y de organización que incluye a todos los organismos y las variables ambientales bióticas y abióticas que interactúan en un área determinada.

**EFLUENTE:** Término genérico que usualmente se aplica a líquidos que emite una fuente puntual de contaminación por ejemplo una fábrica.

**EMISIÓN:** Salida de contaminantes hacia el ambiente a partir de una fuente fija o móvil, en general el término se usa para el caso de contaminación atmosférica.

**ENERGÍA:** Capacidad para funcionar o trabajar, producir movimientos o cambios.

**EQUILIBRIO ECOLÓGICO:** El que existe cuando los componentes bióticos de un ecosistema mantiene su número relativo en un nivel más o menos constante y por lo tanto el ecosistema se encuentra estable.

**EROSIÓN:** Desgaste o destrucción de rocas y el suelo por la acción del viento, agua o hielo para dar partículas pequeñas que puedan ser movilizadas por el

mismo elemento. Es una área determinada, donde los materiales y la energía fluyen a través de sus componentes abióticos (seres sin vida) y bióticos (seres vivos)

**ESTUARIO:** Entrada del mar en la desembocadura del río.

**ETIOLOGÍA:** Estudio de la causa de una enfermedad, también se utiliza para designar dichas causas.

**EUTROFICACIÓN:** Proceso natural de enriquecimiento en nutrientes de un cuerpo de agua, mediante el cual evoluciona hacia el estado de ciénaga o pantano hasta la desaparición final de los nutrientes.

**EVALUACIÓN DE RIESGO:** Comparación de los riesgos calculados de la exposición a un agente ambiental en particular con los riesgos ocasionados por otros agentes o factores sociales y con los beneficios asociados con la producción o uso del agente.

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL:** Procedimiento para determinar o predecir los cambios ambientales que pueden generarse o acelerarse como el resultado de un proceso o proyecto de desarrollo.

**FARMACO:** Cualquier sustancia natural o sintética, que se utiliza con fines terapéuticos. Puede causar efectos adversos.

**FAUNA:** Los animales de una región o de un periodo en particular.

**FOTOSÍNTESIS:** Transformación de compuestos inorgánicos como el agua y el dióxido de carbono en compuestos orgánicos esenciales para la vida, mediante la energía de la luz solar. En las plantas verdes la absorción de la luz solar por la

clorofila inicia una serie de reacciones fotoquímicas durante la cual la energía luminosa se transforma en energía química, mediante la formación de ATP.

**FUMADOR PASIVO:** Persona que no fuma, pero que está expuesta al humo del tabaco de una o más que lo hacen. Por esta causa, los fumadores pasivos pueden tener enfermedades distintas a los que afectan a los fumadores activos.

**FUNGICIDAS:** Plaguicidas capaces de prevenir, controlar o impedir el crecimiento de hongos. Existen fungicidas inorgánicos y orgánicos. Algunos pueden tener efectos adversos.

**GAS:** Estado de la materia en el que la fuerza de atracción entre las moléculas es prácticamente nula. Un gas conserva su estado físico a la temperatura y presión ordinarias.

**GASES DE ESCAPE:** Los procedentes de la operación de un motor de combustión interna.

**GASES DE INVERNADERO:** Cualquiera de los contaminantes atmosféricos gaseosos que impiden la emisión de algunas radiaciones a partir de la tierra. El principal es el bióxido de carbono.

**GASOLINA:** Destilado de la refinación de petróleo, con punto de ebullición entre 30 y 220 grados centígrados que combinados con ciertos aditivos se usa como combustible para motores de combustión interna.

**HÁBITAT:** Ambiente natural de un organismo, población o comunidad; el lugar en donde se encuentra o habita de forma natural. Suma total de las condiciones y los factores ambientales de un lugar específico que es ocupado por un organismo, población o comunidad.

**HERBICIDA:** Plaguicida que afecta en diversas maneras las hierbas y malezas que el hombre considera nocivas para sus cultivos.

**HETERÓTROFO:** Organismo que, para vivir, requiere sustancias orgánicas complejas, como azúcar o aminoácidos, por lo que depende de otros seres vivos, en particular de los autótrofos.

**HIDRÓSFERA:** Conjunto de las partes líquidas del globo terráqueo. La masa principal de la hidrósfera la constituyen los océanos y mares, pero también forman parte de ellos los ríos, lagos, arroyos, corrientes, aguas subterráneas y glaciares.

**HIDROSOLUBLE:** Cualquier sustancia que tenga afinidad con el agua y en consecuencia se pueda disolver en ella.

**HUMO:** Aerosol de partículas sólidas o líquidas en general de menos de una micra de diámetro, que se forma por la combustión incompleta de un combustible, frecuentemente, carbón.

**IMPACTO AMBIENTAL:** Modificación indeseable del medio ocasionado por un proceso iniciado o acelerado por acción del hombre.

**INCINERACIÓN:** Quemado de desechos de cualquier origen (doméstico, industrial, agrícola o sanitario).

**INDICADOR BIOLÓGICO:** Valor de ciertas sustancias exógenas que reflejan sus niveles de concentración en los organismos o bien los efectos causados por ellas o sus metabolitos en su organismo. Sirven para establecer límites máximos o tolerables o para señalar signos de alteración fisiológicas precisas.

**INVERSIÓN TÉRMICA:** Fenómeno atmosférico natural en el cual la temperatura del aire no disminuye con la altura, como es común. En condiciones en las cuales la capa de frío queda atrapada debajo de una capa de aire caliente.

**IÓN:** Átomo o grupo de átomos con carga eléctrica la cual puede ser positiva o negativa.

**IONIZACIÓN:** Proceso mediante el cual un átomo o molécula adquiere carga eléctrica, esto puede ocurrir por pérdida o ganancia de uno o más de sus electrones o por la ruptura asimétrica de una ligadura química.

**LARVICIDA:** Sustancia capaz de matar las larvas de los insectos.

**LIXIVIACIÓN:** Proceso mediante el cual el agua al atravesar una capa de suelo disuelve sus componentes solubles y los arrastra hacia las raíces de la plantas o los mantos freáticos. Puede ser un mecanismo importante de contaminación, por otra parte, diversos procesos antropogénicos interfieren con la lixiviación normal e impiden la nutrición de las plantas.

**MANTO FREÁTICO:** Capa de agua subterránea que ocupa huecos y poros de las rocas, bajo el suelo y por encima de la capa de material impermeable. El límite superior de esta capa se llama "tabla de agua".

**MUESTRAS BIOLÓGICAS:** Muestras de órganos, tejidos, incluyendo sangre, productos de secreción y de excreción que se obtienen para diversos fines incluyendo la vigilancia biológica.

**MUTACIÓN:** Cualquier alteración del material genético de una célula, el cual puede ser transmitido a su descendencia.

**NEBLINA ÁCIDA:** Aerosol formado por pequeñas gotas de ácido sulfúrico y otros ácidos presentes en el aire.

**NEBLUMO:** Neblina irritante que resulta de la acción solar sobre algunos contaminantes primarios del aire, en particular los procedentes de los motores de combustión interna.

**NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL:** La máxima concentración de una sustancia potencialmente tóxica que puede permitirse como componente ambiental.

**NORMA DE EMISIÓN:** Límite cuantitativo para la emisión o descarga al ambiente de una sustancia potencialmente tóxica a partir de una fuente en particular. El sistema más simple es el de norma uniforme de emisión en el que se establece el mismo límite para todas las emisiones de un contaminante en particular.

**NORMA:** Especificación técnica de vigilancia o control. Está basada en los conocimientos científicos y tecnológicos vigentes. Su objetivo es la promoción de beneficios para la sociedad en general.

**OCTANAJE:** Número que expresa la resistencia de un combustible al golpeteo, en un motor de combustión interna. Se determina, por comparación con un combustible de referencia, en un motor de prueba.

**ORGANISMOS BENTÓNICOS:** Aquellos que viven en el fondo de cuerpos acuáticos y se alimentan del detritus del fondo, por filtración o ingestión.

**ORGANISMOS NECTÓNICOS:** Organismos que viven en la parte superior de los cuerpos acuáticos.

**PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES:** Conjunto de partículas suspendidas en la atmósfera en una zona en particular. Pueden interactuar con otros contaminantes causando efectos sinérgicos.

**PATÓGENO:** Cualquier agente biológico capaz de generar una enfermedad, usualmente transmisible.

**PARTES POR MILLON (ppm):** Se emplea en los estudios de contaminación ambiental para expresar contaminaciones muy bajas de un contaminante. Indica el número de partes de un contaminante específico en un millón de partes del sustrato (aire, agua, alimentos). Se debe expresar en las unidades correspondientes; por ejemplo, mg/kg o mg/L.

**QUÍMICA ATMOSFÉRICA:** Es el estudio de la composición química de la atmósfera y los procesos químicos y fotoquímicos que ocurren en ella.

**RADICAL LIBRE:** Átomo o grupo de átomos que tiene un número impar de electrones, por lo que no tiene carga, es altamente reactivo y de vida muy corta.

**RECICLAJE:** Retorno de los productos de proceso o de una proporción de ellos para que sean reutilizados.

**RECOLECCIÓN:** acción de transferir los residuos al equipo destinado a su reutilización.

**SALINIDAD:** Contenido de sales disueltas en agua. Cuando es muy alto inhabilita el agua para el consumo humano e incluso para muchos usos industriales y agropecuarios.

**SUSPENSIÓN:** Mezcla formada por dos o más sustancias, de las cuales al menos una de ellas es sólida y se encuentra en el seno de otra, líquida o semilíquida, sin combinarse químicamente con ella y sin separarse de ella por gravedad.

**SUSTANCIA XENOBIÓTICA:** Producto sintético que no es utilizable en los ciclos biogeoquímicos ni en el metabolismo de los seres vivos y que sin embargo pueden ser objeto de transformaciones por parte de los mecanismos metabólicos de éstos.

**TERATÓGENO:** agente físico o químico capaz de producir efectos congénitos y/o malformaciones permanentes durante el periodo prenatal al organismo en desarrollo, en dosis que no afectan a la madre. Estos defectos pueden causar el aborto espontáneo.

**TERMOSFERA:** Capa de la atmósfera situada arriba de la mesopausa, en la cual la temperatura generalmente aumenta con la altura.

**TRANSPORTACIÓN:** acción de trasladar los materiales o residuos de un lugar a otro

**TRATAMIENTO:** acción de transformar los residuos, por un proceso físico, químico o biológico por el cual se logran minimizar al máximo.

**UMBRAL:** Duración mínima de una exposición o concentración mínima de un agente físico o químico que puede causar una respuesta en un organismo.

**VALENCIA:** Poder de combinación química de un átomo.

## ANEXO II: LITERATURA RECOMENDADA

- APHA 1981. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washinton D. C.
- Arizabalo, R. y Díaz, G. 1991. La contaminación de aguas subterráneas y su transporte en medios porosos. Cuaderno 6, Inst. de Geofísica, UNAM. México D. F.
- Campbell, R. 1987. Ecología microbiana. Límusa, de México D.F.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.1971. El hombre y su medio ambiente, Conacyt, México D.F.
- Comisión Nacional de Ecología. 1987. Ecología 100 acciones necesarias. UNAM fac. Ciencias. México D.F.
- Comisión Nacional de Ecología. 1989. Información de la situación general de materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente. CONAE (1989-1992) México D.F.
- Fernández, B. A. 1995. Lo que efectivamente respiramos la gente. Gaceta ecológica, 37 / dic /31-36,
- Martínez, P. N. 1990. Diseño; construcción y mantenimiento de plantas industriales, rev. Ing. Química, 251.
- Morales, E. R. 1990. Sobre explotación subterránea en México. IC y T, 12/165/jun/5-9.
- Odum, P. 1971. Ecología. Interamericana, México D.F.
- Tebbutt, T. 1990. Fundamentos de control de calidad del agua. Límusa - Noriega, México. D.F.

- Toro, V. 1994. Polución "aire que respiramos", conocer, suplemento conocer verde. 135 /16 / 35-41.
- Trejo, V. R. y Morales, C. G. 1989. Obtención y caracterización de combustibles sólido apartir de los residuos urbanos de la ciudad mexicana. Int. Contaminación ambiental, 5 / 19-40.
- Wolfagang, M. 1995. Proceso aerobio o anaerobio "cual elegir para la destrucción de contaminantes orgánicos del agua residual\*"; Ingeniería ambiental, 6 /19 /19-23.
- Waste water treatment. 1995. Chemical engeneering progress; agosto.
- Winkler, M.A. 1986. Tratamiento biológico de aguas de desecho. Límusa, México D.F.