



## **Curso de capacitación**

Dirigido a los profesores de la escuela primaria

## **Integración de la temática aire en el currículo del nivel primario**

## **Resumen**





## **1 Introducción**

### **1.1 El proyecto AIRE LIMPIO**

AIRE LIMPIO es un proyecto de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), ejecutado por SWISSCONTACT. AIRE LIMPIO tiene como objetivo la reducción de la contaminación atmosférica proveniente del parque automotor, para mejorar la protección de la salud de la población boliviana y del medio ambiente. Una línea de acción de ese proyecto es la *Sensibilización*, que tiene como fin: aumentar la conciencia pública y la presión ciudadana con respecto a la contaminación atmosférica y a las medidas que aportan a su disminución. En este contexto fue creada la exposición AIRE LIMPIO en el Museo de la Ciencia y del Juego Kusillo en La Paz.

### **1.2 Objetivos de la Educación Ambiental dentro del Proyecto AIRE LIMPIO**

Objetivos generales:

- Sensibilizar a estudiantes y profesores con respecto a la temática de la contaminación atmosférica en las ciudades del eje troncal.
- Fortalecer la integración del tema medio ambiente, que es un tema transversal de la Reforma Educativa, en el currículo primario.
- Transmitir medidas que aporten a la disminución de la contaminación atmosférica.

La Educación Ambiental dentro del proyecto AIRE LIMPIO consiste de tres partes: la exposición en el Museo Kusillo, la guía didáctica y la capacitación de los docentes.

- La exposición AIRE LIMPIO en el Museo Kusillo ofrece a los estudiantes la oportunidad de al jugar aprender o profundizar sus conocimientos sobre la temática aire.
- La guía representa un material didáctico que les ayuda a los docentes a llevar a cabo la educación ambiental con respecto al tema aire en el aula.
- La capacitación provee a los docentes con información básica sobre los temas del medio ambiente, el aire y algunas sugerencias didácticas para que puedan llevar a cabo la educación ambiental en el aula con respecto a la temática aire.

## **2 El medio ambiente**

### **2.1 Definición de “medio ambiente”**

¿Qué significa la frase “medio ambiente”? Unos la relacionan con la naturaleza otros la refieren a todo lo que los rodea en un ambiente urbano. Al hablar del medio ambiente en este resumen nos referimos a los elementos agua, suelo, aire e indirectamente también a la biosfera que implica toda la vida en el planeta.

### **2.2 Problemas ambientales en Bolivia y en el mundo**

El medio ambiente está amenazado debido a que el hombre está explotando y cambiando sus elementos indiscriminadamente. En los últimos siglos, las actividades humanas que deterioran la calidad del medio ambiente se han incrementado, estas son: deforestación, explotación de los recursos naturales, destrucción de espacio vivo de animales y plantas, extinción de especies, contaminación del suelo, del agua y del aire.

Problemas ambientales en Boliva:

- Deforestación
- Pérdida de biodiversidad
- Erosión y degradación de suelos
- Contaminación de suelos, agua y aire
- Erosión genética
- Uso irracional de recursos hídricos
- Carencia de áreas de recreación
- Urbanización
- Agotamiento de recursos no renovables
- Etc.

Problemas ambientales en el mundo:

- Calentamiento Global
- Destrucción de la Capa de Ozono
- Deforestación
- Pérdida de la biodiversidad
- Pérdida de tierras cultivables
- Crecimiento poblacional
- Contaminación del aire, agua y suelos
- Etc.

### **2.3 Características de los temas ambientales**

El aire forma parte del medio ambiente como también el agua, la tierra, la flora y la fauna. Los elementos del medio ambiente están entrelazados y no pueden ser tratados individualmente: el agua contiene aire y partículas, el aire contiene agua y partículas del suelo, el suelo contiene agua y aire y finalmente, hay animales que habitan en más de uno solo de estos medios. Esto significa que los elementos del medio ambiente son inseparables y no podemos poner límites entre ellos. En consecuencia, al afectar a un elemento del medio ambiente, afectamos también a los demás elementos del mismo. Por eso, tenemos que tomar en consideración que, al hablar del elemento aire y de su contaminación, el medio ambiente está implícito.

Generalmente, los temas ambientales son de gran complejidad porque los elementos del medio ambiente se encuentran interrelacionados. Al buscar soluciones a los problemas ambientales, se necesita considerar también los aspectos económicos, sociales, culturales, científicos y políticos. Además, existen perspectivas múltiples en cuanto a los temas ambientales de manera que muchas veces las personas no están de acuerdo si existe un cierto problema ambiental o no. Finalmente, en la mayoría de los casos no existe una sola manera de resolver los problemas ambientales y la resolución de los mismos es un proceso continuo.

### **2.4 Factores que influyen sobre el medio ambiente**

No sólo entre los elementos del medio ambiente existen interrelaciones sino también el medio ambiente se encuentra interrelacionado con factores sociales, económicos, políticos, tecnológicos y científicos.

#### **2.4.1 Factores sociales**

Los factores sociales que influyen en temas ambientales son: crecimiento de la población, movimiento de la población, estándar de vida (consumo desigual de recursos), urbanización, cultura, tradición, entre otros.

Ejemplos:

- Mientras más aumenta la población, más alimentos se necesitan, pero menos espacio queda para producirlos.
- Con el crecimiento de la población, aumenta también el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente.

#### **2.4.2 Factores económicos**

Los factores económicos que influyen en temas ambientales son: riqueza y deuda nacional, desarrollo económico, comercio nacional, comercio internacional, situación económica de la población.

Ejemplos:

- La falta de dinero para programas de protección y de manejo integrado.
- La protección del medio ambiente está considerada como un lujo. Los recursos naturales son explotados.
- La falta de dinero para investigaciones, desarrollo y aplicación de tecnologías que permitan un manejo o una producción sostenible.
- La mala situación económica provoca que algunas personas no vean alternativas a la explotación del medio ambiente (por ejemplo a la tala) para poder sobrevivir.

#### **2.4.3 Factores políticos**

Los factores políticos que influyen en temas ambientales son: dilema social, leyes y reglamentos sobre el medio ambiente, límites de emisión y contaminación, control.

Ejemplos:

- Como el medio ambiente es un bien común, cada uno quiere beneficiarse, pero nadie se siente responsable del mismo y tampoco de las consecuencias. Por eso, se necesitan leyes y reglamentos que limiten la explotación y destrucción del medio ambiente y que reglamenten las responsabilidades.
- La falta de control provoca que las leyes y reglamentos ya establecidos no sirvan.

#### **2.4.4 Factores tecnológicos y científicos**

Los factores tecnológicos y científicos que influyen en temas ambientales son: desarrollo tecnológico, industrialización.

Ejemplos:

- La tecnología puede tener tanto un efecto positivo como un efecto negativo en el medio ambiente: por un lado, la industria y el tráfico contaminan el medio ambiente, especialmente si carecen de tecnologías limpias, por otro lado, la tecnología puede también reducir la contaminación del mismo o reparar sus daños.

### **2.5 Desarrollo Sostenible**

El medio ambiente es influido por factores sociales, económicos, políticos y tecnológicos, e influye por su parte en los mismos. Para resolver problemas ambientales y para lograr un **desarrollo sostenible**, se necesita considerar las interrelaciones entre estos factores y el medio ambiente.

Definición de Desarrollo Sostenible:

*“Desarrollo que responde a las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de responder a sus necesidades.”*

### 3 El aire

Aunque no podamos verlo, el aire es una materia como son el agua o el suelo; pero sus componentes, es decir las moléculas, están más de mil veces más diluidas que las del agua o del suelo, por lo que no podemos tocarlo. Además los componentes del aire en su mayoría no tienen color así que no podemos verlos.

#### 3.1 Los componentes del aire

El aire está compuesto de diferentes gases. Los gases más abundantes son el nitrógeno (78%) y el oxígeno (21%) que constituyen el 99% del total en volumen. Los demás componentes del aire son el argón (0.9%), el dióxido de carbono (0.035%), el agua (porcentaje variable), las partículas (0.0003%) y otros gases. Aunque haya muy pocos de estos últimos, son de gran importancia, sea positiva o negativa.

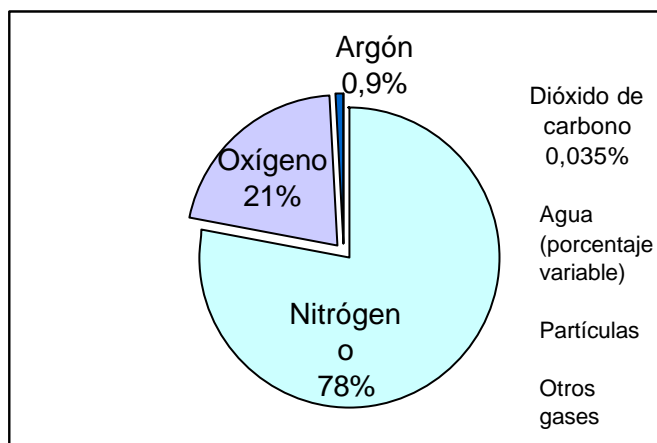


Figura 1: Componentes del aire

El **nitrógeno** ( $N_2$ ) es un gas neutral que sirve como materia prima para formar una sustancia nutritiva muy importante para las plantas.

El **oxígeno** ( $O_2$ ) es el componente más importante para nosotros y para los animales. Lo respiramos para que nuestro cuerpo pueda funcionar y generar energía.

El **argón** (Ar) es un gas noble.

El **dióxido de carbono** ( $CO_2$ ) es el gas más importante para las plantas. Se desprende cuando algún material orgánico es quemado o descompuesto y cuando al respirar exhalamos. También es un gas que contribuye al efecto invernadero.

El vapor de **agua**, que se halla en el aire, se origina principalmente por la evaporación de océanos, lagos, ríos y por la transpiración de las plantas. El agua en el aire forma las nubes y la niebla, y luego llega a la tierra como lluvia, nieve o granizo.

Las **partículas** pueden ser de origen natural (polen, polvo, ceniza, etc.) o artificial (combustión), éstas afectan a la salud humana y al medio ambiente.

Los **otros gases** comprenden gases nobles y los contaminantes entre otros. Los últimos provienen de fuentes naturales y artificiales (actividad humana); en ambos casos dañan la salud humana y el medio ambiente.

#### 3.2 Las funciones del aire

El aire desempeña diferentes roles muy importantes que hacen posible la vida en la Tierra.

- El aire nos provee el oxígeno que es indispensable para nosotros. Sin oxígeno, tanto los humanos como los animales se morirían en poco tiempo. (↗ 3.2.1)
- El aire protege a la Tierra de los extremos del frío y del calor. (↗ 4.2.3)
- El aire protege a la Tierra de la radiación solar. La capa de ozono, que se encuentra en la estratosfera, filtra la mayoría los dañinos rayos ultravioleta del Sol, evitando que lleguen a la Tierra. (↗ 4.2.4)

- El aire nos protege del ingreso de los meteoritos que vienen del espacio exterior. (↯ 3.2.3)
- El aire almacena y distribuye la humedad en el ambiente. En el aire se forman las nubes que producen la lluvia en los continentes y que hacen que la tierra se vuelva fértil.
- El aire sirve como medio de transporte de varias cosas como ser: semillas, polen, nubes, olores y sonidos. (↯ 3.2.2)
- Finalmente, el aire, al moverse, puede ejercer tanta fuerza (energía eólica) que sirve como fuente de energía mecánica e incluso de energía eléctrica.

### 3.2.1 La interdependencia de las plantas, los animales y las personas

Cuando respiramos, el oxígeno ( $O_2$ ) entra en nuestros pulmones donde es atrapado por los glóbulos rojos de la sangre. Luego el oxígeno se mezcla con otras sustancias para producir energía que el cuerpo necesita para funcionar. En este proceso se forma dióxido de carbono ( $CO_2$ ) que exhalamos como producto residual e inútil para nosotros.

También los animales necesitan oxígeno para sobrevivir y exhalan dióxido de carbono como nosotros.

Las plantas tienen su propia forma de producir energía a la cual se llama fotosíntesis. Captan la luz del Sol y atrapan el dióxido de carbono ( $CO_2$ ) del aire. En este proceso las plantas producen oxígeno ( $O_2$ ) que no les sirve y que lo devuelven al aire. Al contrario de la respiración, las plantas necesitan dióxido de carbono y producen oxígeno. ¡Esto significa que las plantas generan el oxígeno que respiramos!

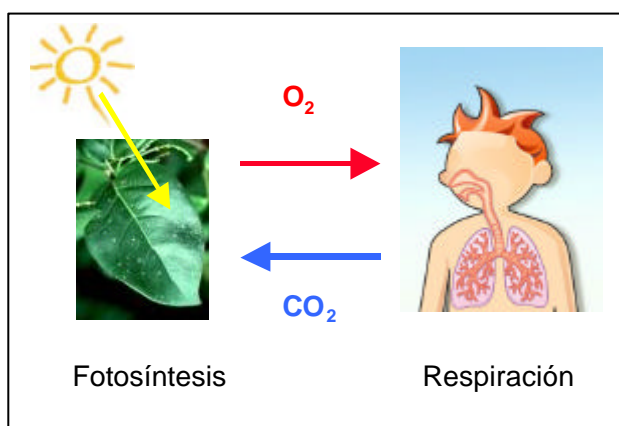


Figura 2: Fotosíntesis y respiración

Otra fuente importante del oxígeno aparte de las plantas es el fitoplancton (las algas) que se encuentra debajo de la superficie de los océanos.

### 3.2.2 El aire como medio de transporte

- Algunas plantas transportan sus semillas con ayuda del viento para extenderse a lugares muy lejanos.
- El aire húmedo, que proviene del mar, es transportado por el viento hacia los continentes donde se forman nubes y lluvia.
- El sonido se expande mediante el aire: No existe ningún sonido fuera de la atmósfera. En el espacio no hay sonido, porque falta el aire para transportarlo.
- Algunos animales pueden reconocer a sus compañeros o a su comida de muy lejos porque los olores son difundidos por las corrientes de aire.

### 3.2.3 La atmósfera

La atmósfera es una capa delgada compuesta de aire que rodea nuestro planeta. La atmósfera desempeña un papel vital para todos los seres vivos (plantas, animales y nosotros mismos) que habitan la Tierra. La atmósfera se extiende verticalmente desde el nivel del mar hasta una altura de 600-1000 km, más allá ya empieza el espacio.

La **troposfera** es la capa más cercana a la Tierra y alcanza una altura media de 12 km (7 km en los polos y 16 km en la línea ecuatorial). Los vientos, las nubes, la lluvia y las tormentas se forman en la troposfera. Dentro de esta capa viven también las aves y circulan los aviones.

La **estratosfera** es una zona bastante fría que se extiende de los 12 a los 50 km de altura. Contiene la capa de ozono ( $O_3$ ) que filtra la parte dañina de los rayos del Sol (los rayos ultravioleta). Debido a su función protectora, la capa de ozono es de enorme importancia para la vida en la Tierra.

La **mesosfera** está situada entre los 50 y 85 km de altitud. La mesosfera nos protege contra los meteoritos que se acercan a la Tierra.

La **termosfera** o **ionosfera** se encuentra a 85-500 km de altitud y está constituida en su mayoría por oxígeno.

La **exosfera** se encuentra entre 500 km sobre nivel del mar y el espacio exterior y está compuesta de hidrógeno y helio.

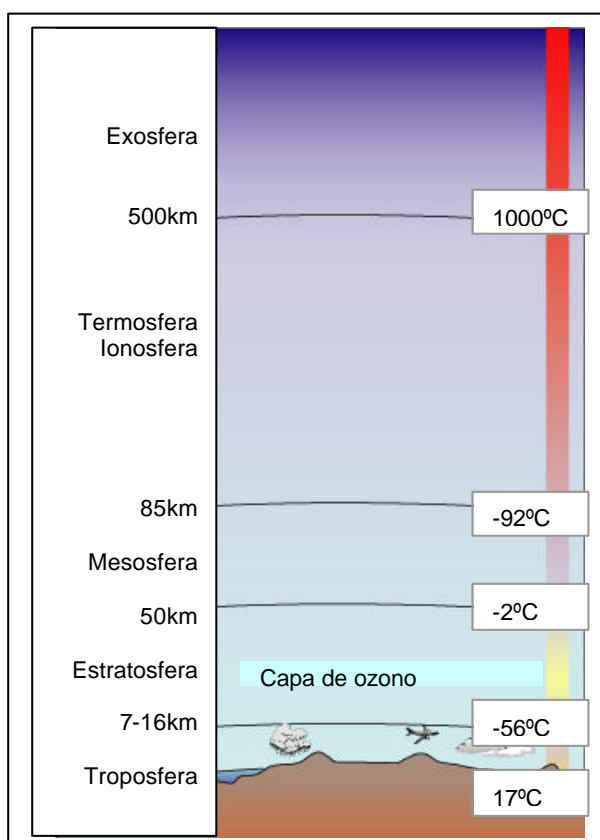


Figura 3: La atmósfera

## **4 La contaminación atmosférica**

Hablamos de la contaminación atmosférica cuando existen sustancias extrañas en el aire que alteran su composición, provocan daños a la salud humana y al medio ambiente. A estas sustancias se denomina contaminantes.

Otra forma de contaminación del aire es el ruido que es responsable del estrés y la tensión que mucha gente sufre, y de una gran cantidad de trastornos en la salud.

### **4.1 ¿De dónde provienen los contaminantes?**

La contaminación del aire puede ser provocada por causas naturales o artificiales. En el primer caso, se refiere a fenómenos como las erupciones volcánicas y los incendios forestales, los cuales desprenden grandes cantidades de gases, cenizas tóxicas y material particulado. En el segundo caso, se trata de actividades humanas tales como el uso de combustibles en los vehículos y las industrias, la quema de basura, el chaqueo, el uso de productos químicos y otros.

Como Bolivia tiene poca industria, se estima que más del 70% de la contaminación atmosférica en las ciudades proviene de la flota vehicular. Dado que muchos vehículos están en mal estado, la contaminación causada por la flota vehicular es muy alta. Los gases de escape contienen monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), partículas (PM<sub>10</sub>) y compuestos orgánicos volátiles (COV). Todas estas sustancias son contaminantes que dañan a la salud humana y al medio ambiente. Los mismos contaminantes provienen también de las industrias. Los incendios forestales y el chaqueo producen sobre todo partículas y monóxido de carbono (CO), al igual que la quema de basura, pero esta última desprende también otras sustancias tóxicas. (↴ Tabla 1)

### **4.2 ¿Cómo afecta la contaminación atmosférica a la salud humana y al medio ambiente?**

La contaminación atmosférica provoca cambios en la composición del aire y en los procesos atmosféricos.

Por un lado, los contaminantes afectan directamente a la salud humana y al medio ambiente, causando enfermedades en humanos y animales, afectando también a las plantas, disminuyendo la calidad del suelo y del agua. (↴ Tabla 1)

Por otro lado, los contaminantes dan lugar a la formación de otros contaminantes como el ozono troposférico (ozono malo) (↴ 4.2.2) y la lluvia ácida (↴ 4.2.1) que, por su parte, también dañan la salud humana y el medio ambiente. Además, algunos gases pueden causar efectos globales, como el efecto invernadero (↴ 4.2.3) y la destrucción de la capa de ozono (ozono bueno) (↴ 4.2.4), provocando cambios climáticos en la Tierra como ser: inundaciones, sequías y deshielos.

#### **4.2.1 La lluvia ácida**

En capas más altas del aire, algunos contaminantes (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>) se combinan con el vapor del agua y originan nubes que producen la lluvia ácida. La lluvia ácida daña a los animales y las plantas, además, daña al suelo, volviéndolo ácido y disminuyendo así el crecimiento de las plantas y los microorganismos. También daña los edificios y monumentos.

#### **4.2.2 La formación del ozono (O<sub>3</sub>) troposférico**

El ozono en la troposfera (la capa más próxima a la Tierra) es un contaminante secundario. Significa que no es emitido directamente sino es formado a base de otros

contaminantes. El ozono se origina cuando los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y los compuestos orgánicos volátiles (COV) reaccionan con los rayos del Sol, por lo que la concentración del ozono es incrementada en días soleados.

El ozono actúa como amigo y como enemigo, sólo depende del lugar donde se encuentra.

Ozono bueno: el ozono en la estratosfera forma la capa de ozono, impidiendo la llegada de la mayoría de los dañinos rayos ultravioleta del Sol.

Ozono malo: el ozono en la troposfera es un contaminante que daña la salud humana y al medio ambiente.

#### 4.2.3 El efecto invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno natural que ha desarrollado nuestro planeta para permitir que exista la vida.

Algunos rayos del Sol llegan a la Tierra y calientan su superficie. La Tierra, al calentarse, también emite calor. Una capa de gases, que se encuentra en la troposfera, absorbe el calor y lo devuelve hacia la Tierra. Esto evita que el calor escape al espacio, permite que el planeta tenga una temperatura aceptable y no muramos de frío.

El problema está en que las actividades humanas han ido incrementando la cantidad de los gases de efecto invernadero que devuelven el calor hacia la Tierra. Esto provoca un incremento inusual en la temperatura causando cambios climáticos como ser: inundaciones, deshielos y sequías.

Los gases que causan el efecto invernadero son principalmente: el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ), el ozono ( $\text{O}_3$ ) troposférico, el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), los clorofluorocarbonos (CFC) y el vapor de agua.

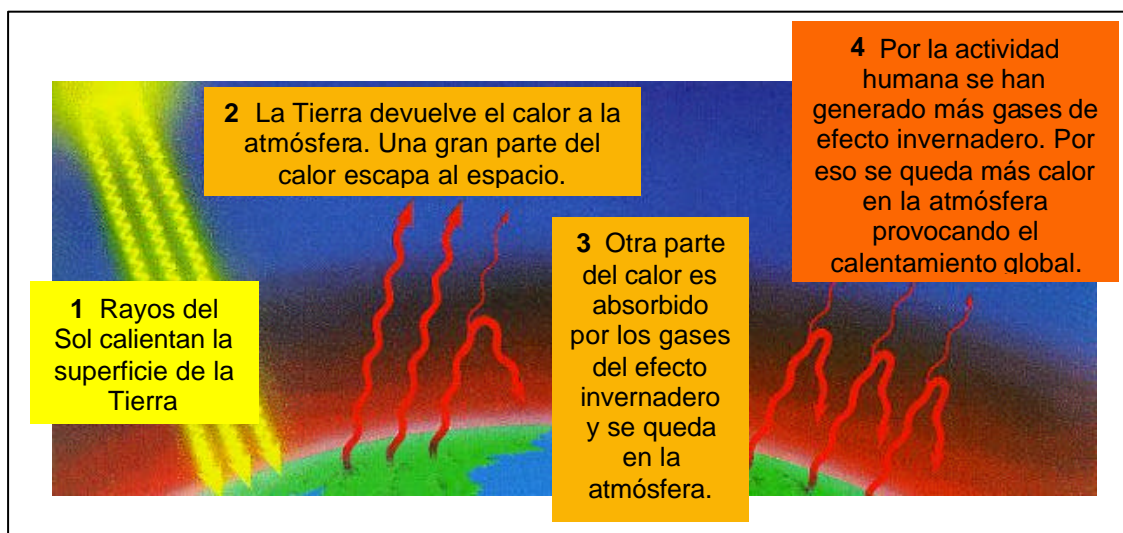


Figura 4: Efecto invernadero

#### 4.2.4 La destrucción de la capa de ozono

La capa de ozono se encuentra en la estratosfera, donde el ozono actúa como amigo, y desempeña un rol muy importante para toda la vida en la Tierra. Absorbiendo los dañinos rayos ultravioleta del Sol, la capa de ozono evita que éstos lleguen a la Tierra y dañen a los seres vivos.

Hoy en día la capa de ozono está en peligro debido a que ciertas sustancias químicas, que dañan a la capa de ozono, son usadas y desechadas indiscriminadamente. Se trata especialmente de los clorofluorocarbonos (CFC) que son compuestos químicos utilizados en los aerosoles, refrigerantes, materiales de espuma sintética, detergentes y solventes de pintura. Al escapar estas sustancias al aire, suben hasta la capa de ozono en la estratosfera donde destruyen las moléculas de ozono. Como estas sustancias se quedan mucho tiempo allá, una molécula de ellas puede destruir a hasta 100000 moléculas de ozono. De esta manera la capa de ozono está adelgazando más y más, así que ya no logra desempeñar por completo su importante rol.

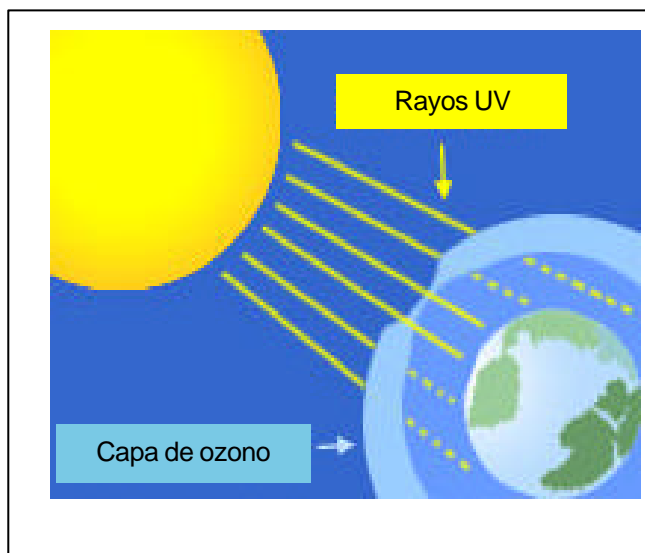


Figura 5: La capa de ozono

Tabla 1: Fuentes y efectos de la contaminación atmosférica

Contaminante	Fuente	Efecto en la salud humana y en el medio ambiente
Monóxido de carbono (CO)	Producido por combustión incompleta (quema de combustibles en vehículos y en industrias, quema de basura, incendios de bosques).	Disminuye la capacidad de la sangre para tomar oxígeno causando dolor de cabeza, sueño, reflejos lentos, reducción de la capacidad de pensar y de realizar ejercicios a corto plazo.
Oxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	Vehículos e industrias.	Irritación en los ojos, la garganta y la nariz, dolor de cabeza, enfermedades respiratorias. Cuando se mezclan con el vapor del agua en el aire, se origina la lluvia ácida que daña las plantas, el suelo y el agua. Contribuyen también a la formación del ozono troposférico.
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Producido por la combustión de gasolina, diesel y otros combustibles que contienen azufre. (Vehículos e industria)	Causa daño a los tejidos pulmonares, enfermedades respiratorias, tos e irritación en la garganta y la nariz. Cuando se mezclan con el vapor del agua en el aire, se origina la lluvia ácida que daña las plantas, el suelo y el agua.
Ozono (O <sub>3</sub> ) troposférico	El ozono no es emitido directamente sino se forma a base de otros contaminantes (NO <sub>x</sub> , COV) en combinación con los rayos ultravioleta del Sol.	Irritación en los ojos y las vías respiratorias, tos, malestar en el tórax, cefaleas, enfermedades respiratorias, daños a la vegetación.
Partículas (PM <sub>10</sub> )	Fuentes naturales (polen, polvo), vehículos, industria, quema de basura, incendios de bosques.	Enfermedades respiratorias, cáncer en los pulmones, irritación en los ojos, daño a la vegetación.
Compuestos orgánicos volátiles (COV) = Hidrocarburos (HC)	Producidos por combustión incompleta o evaporación (vehículos e industrias).	Irritación en los ojos, cansancio, tendencia a toser, efecto cancerígeno y mutagénico, enfermedades pulmonares. Contribuyen también a la formación del ozono troposférico.

## 5 La conservación del aire

### 5.1 La medición de la calidad del aire

En las cuatro ciudades del eje troncal de Bolivia se está midiendo la calidad del aire mediante tres tecnologías distintas: pasiva, activa y automática.

La red pasiva: Se mide la concentración de  $\text{NO}_2$  y  $\text{O}_3$  mediante tubos pasivos que colectan estos contaminantes durante dos semanas. Luego, los tubos son analizados en el laboratorio para determinar las concentraciones.

La red activa: Se mide la concentración de partículas ( $\text{PM}_{10}$ ). El aire es succionado por una bomba el cual pasa a través de un filtro que atrapa las partículas. Posteriormente se pesa el filtro y se determina la concentración de estas en el aire.

La red automática: Se mide las concentraciones de  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_2$  y  $\text{CO}$ . Señales químicas son traducidas en señales eléctricas. El método automático permite detectar concentraciones con resoluciones muy altas, teóricamente cada segundo.

Los resultados de la medición les sirven a los científicos y políticos para determinar la calidad del aire y decidir cuales deberían ser los límites de contaminación: si las concentraciones de los contaminantes no sobrepasan estos límites, no son consideradas peligrosas para las personas. La observación de la calidad del aire permite también tomar medidas si las concentraciones sobrepasan los límites de contaminación frecuentemente.

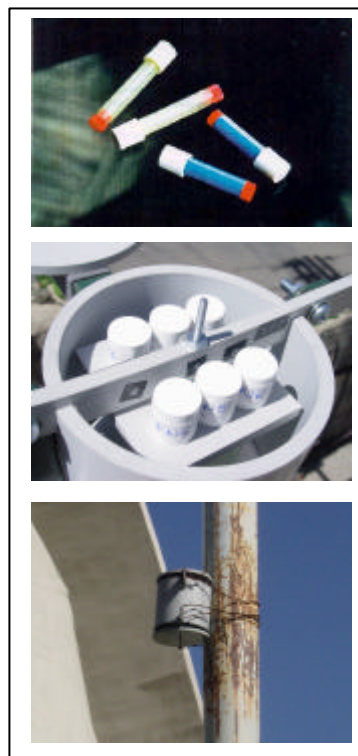


Figura 6: Tubos pasivos

### 5.2 La reducción de la contaminación atmosférica

En general, existen tres maneras de reducir la contaminación atmosférica:

- Evitando la producción de contaminantes.
- Evitando que los contaminantes lleguen al aire.
- Cambiando costumbres y comportamientos.

Es evidente que evitar la producción de contaminantes es la manera más eficiente para disminuir la contaminación atmosférica. Sin embargo, las demás formas son importantes si no es posible evitar por completo la producción de contaminantes, sea por falta de alternativas o por falta de límites y leyes, que prohíban el uso de ciertas sustancias o la emisión de cierta cantidad de contaminantes.

#### 5.2.1 ¿Cómo se puede evitar o reducir la producción de contaminantes?

Algunas sustancias problemáticas pueden ser eliminadas de inicio, de manera que no lleguen al aire ni provoquen la formación de contaminantes. Por ejemplo, al quemar combustibles que contienen azufre y plomo, se forma el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y el plomo (Pb) llega al aire mediante las partículas. La contaminación del aire por ambas sustancias es evitable, quitando el azufre y el plomo de los combustibles.

Otras sustancias problemáticas pueden ser sustituidas por sustancias inofensivas. Por ejemplo, se inventaron sustitutos para los clorofluorocarbonos (CFC), que no dañan la capa de ozono y no contribuyen al efecto invernadero.

Luego, es posible evitar o al menos reducir la producción de algunos contaminantes, mejorando los procesos de combustión. Por ejemplo, el monóxido de carbono (CO) y los compuestos orgánicos volátiles (COV) se originan cuando falta oxígeno para quemar los combustibles completamente. Los catalizadores optimizan el proceso de la combustión en los coches y reducen así la producción de CO y de los COV.

Finalmente, la realización del mantenimiento regular de los vehículos y de las fábricas y la implementación de nuevas tecnologías permiten que la contaminación del aire sea la más baja posible.

### **5.2.2 ¿Cómo se puede evitar que los contaminantes lleguen al aire?**

Se puede retirar algunos contaminantes, especialmente las partículas mediante filtros y algunos otros utilizando catalizadores.

### **5.2.3 ¿Cómo puede cada uno de nosotros contribuir a la reducción de la contaminación del aire?**

Ejemplos:

- No quemando basura.
- No quemando los bosques, los árboles y las plantas.
- No usando aerosoles que dañan la capa de ozono.
- No usando vehículos que estén en mal estado.
- Usando la bicicleta o caminando para recorrer distancias cortas.
- Usando vehículos que están en buen estado y que cumplen los reglamentos y los límites de emisión.
- Respetando las restricciones vehiculares.
- Reduciendo, reusando y reciclando nuestra basura.
- Cuidando las plantas.
- Plantando árboles.
- Respetando los Reglamentos y las Leyes.

## **5.3 Límites de emisión y Reglamentos a la Ley**

Existen muchas maneras de disminuir la contaminación atmosférica, especialmente aplicando tecnologías sostenibles. Sin embargo, la gente no se siente obligada de hacer algo para reducir las emisiones mientras no existan reglamentos y límites que prohíban la emisión de ciertas cantidades de contaminantes.

Los límites de emisión son valores máximos de concentración de contaminantes que les está permitido descargar al aire a los vehículos y a las fábricas. Estos límites sirven para controlar y disminuir las emisiones de contaminantes. Sin embargo, es importante que los límites de emisión sean razonables y puedan ser cumplidos.

Es necesario controlar regularmente si las emisiones están por debajo de los límites o si los sobrepasan. Los dueños de los vehículos y de las fábricas tienen que realizar un mantenimiento tan pronto como los gases de escape o de las chimeneas sobrepasen los límites de emisión. Además, para disminuir la contaminación, hace falta aplicar reglamentos que prohíban el uso de vehículos y el funcionamiento de fábricas que no cumplan los límites de emisión.

En Bolivia, los límites de emisión están establecidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA) que forma parte de la Ley del Medio Ambiente N°1333 (1995). Pero estos límites son solamente límites de base que se aplican hasta que las normas técnicas estén promulgadas. Ya existen normas técnicas para las

emisiones de los vehículos, pero todavía faltan las normas técnicas para las emisiones que vienen de fuentes fijas (fábricas) y las normas técnicas para el ruido. Estas normas técnicas son elaboradas por IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad).

#### 5.4 Protocolos internacionales

Como el deterioro del medio ambiente y especialmente la contaminación atmosférica tienen consecuencias de escala global, es importante la colaboración de los países de todo el mundo para luchar efectivamente contra los problemas ambientales.

En 1992, líderes de más de 100 países se reunieron en Río de Janeiro, Brasil, con motivo de la conferencia internacional de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) y aprobaron La Agenda 21 como el plan de acción para enfrentar los problemas urgentes de ambiente y desarrollo en el mundo. Las Naciones Unidas se propusieron entre otros, la reducción de los gases de efecto invernadero aprobando la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). Bolivia firmó esta Convención y, en consecuencia, lanzó en 1995 el Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC). En 1999, Bolivia ratificó el Protocolo de Kioto, que obliga a los Estados signatarios a reducir la emisión de los gases de efecto invernadero.

En 1987 Bolivia ratificó también el Protocolo de Montreal que exige la eliminación del consumo de las sustancias agotadoras del ozono, y lanzó el Programa Ozono Bolivia.

### 6 Características físicas del aire

#### 6.1 Experimentos

- El aire materia invisible
- El oxígeno en el aire
- La presión del aire
- El humo envasado
- Hoja mágica

#### 6.2 Observaciones y explicaciones

##### 6.2.1 El aire materia invisible

Cuando se sopla dentro la botella, se está metiendo más aire en la botella del que normalmente cabe. Así, se produce una sobrepresión en la botella que lanza la pelotita afuera.

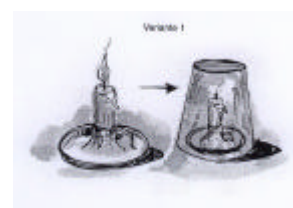
El aire es invisible. Sin embargo, es una materia como ser el agua o la tierra que requieren cierto espacio. El aire está en todo lugar, incluso dentro del agua y del suelo; pero no hay aire en el espacio.



##### 6.2.2 El oxígeno en el aire

El fuego necesita oxígeno. Una vez que el oxígeno debajo del vaso se haya acabado, el fuego se apaga.

No sólo el fuego necesita oxígeno para existir, sino también las personas y animales. El oxígeno es indispensable para nosotros porque nuestro cuerpo necesita el oxígeno para generar energía y para funcionar.



### 6.2.3 La presión del aire

El aire sobre la Tierra ejerce una presión enorme por el peso de todo el aire que hay en la atmósfera. Esta presión del aire sería capaz de mantener el agua de un vaso a 10 m de altura.

Sobre cada una de nuestras cabezas tenemos aproximadamente 270kg de aire que provoca una presión bastante fuerte. No la notamos porque todo nuestro interior también tiene esa misma presión. Si en un momento dado todo el aire de la atmósfera desapareciera de la Tierra, literalmente explotaríamos debido a que la presión del interior no estaría contrarrestada. Por ejemplo, en el espacio no hay aire y tampoco ninguna presión. Los astronautas tienen que ponerse ropa especial para mantener la presión adecuada alrededor de su cuerpo.



### 6.2.4 El humo envasado

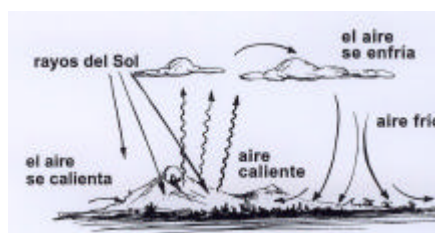
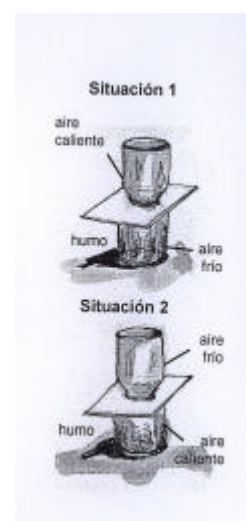
El peso del aire depende de su temperatura: el aire frío pesa más que el aire caliente. Por eso, el aire caliente siempre tiende a subir mientras que el aire frío siempre tiende a bajar.<sup>1</sup>

En general, el aire frío y el aire caliente se mezclan rápidamente en cuanto existe un desequilibrio. Por ejemplo, cuando una masa de aire liviano se encuentra debajo de una masa de aire pesado, el aire liviano tiende a subir y el aire pesado tiende a bajar.

En el primer caso no existe ningún desequilibrio porque el aire frío, que pesa más, está debajo del aire caliente que es liviano. Por eso, la mezcla tarda mucho.

En el segundo caso se encuentra el aire pesado encima del aire liviano. Como el aire pesado tiende a bajar, el humo se mezcla rápidamente con el aire frío por encima.

Cuando el Sol calienta la tierra, se calienta también el aire que se encuentra más próxima a ésta. El aire caliente sube porque se ha vuelto más liviano. En cambio, el aire frío, que se encuentra en capas más altas del aire, baja. Así se forman corrientes circulares de aire formándose de esta manera los vientos locales.



### 6.2.5 La hoja mágica

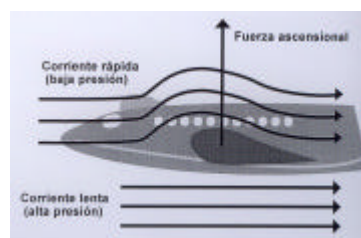
Según la ley de Bernoulli el aire en movimiento tiene menos presión. La presión del aire disminuye si la velocidad de su movimiento aumenta.

Cuando se sopla sobre la hoja, se provoca que la presión de aire disminuya encima de la hoja. Como las cosas siempre se mueven hacia los puntos de menor presión, la hoja se eleva.



<sup>1</sup> El volumen del aire cambia directamente proporcional a la temperatura ( $V_p = nRT$ ). Por ejemplo:  $V_1 (0^\circ\text{C}) : V_2 (50^\circ\text{C}) = 273\text{K} / 323\text{K} = 0.85$ .

Gracias a esta ley de Bernoulli las aves y los aviones logran volar. Las aves y los aviones tienen alas de una forma especial: el aire que pasa por encima de las alas se mueve más rápido que el aire que pasa por debajo. Resulta que la presión encima de las alas es menor que debajo de ellas, así que las alas tienden a subir. Eso les permite a las aves y a los aviones mantenerse en el aire.



## 7 Metodología

Al enseñar a los niños sobre el elemento aire, no debe olvidarse de los demás elementos del medio ambiente ya que todos están interrelacionados con el elemento aire. El daño a algún elemento del medio ambiente afecta también a los demás.

### 7.1 Enseñanza integral

Es importante que la educación ambiental no sólo hable de la contaminación y sus efectos adversos sino también trate las características positivas y útiles de los elementos del medio ambiente para que los alumnos aprecien el valor que tienen. Una vez que los alumnos reconozcan la importancia de los elementos del medio ambiente y, en consecuencia, la importancia de su conservación, comprenderán mejor por qué tienen que cambiar costumbres y actuar en favor del medio ambiente. Además, si sólo se habla a los alumnos de la contaminación y sus efectos adversos en la salud humana y en el medio ambiente, esto podría causar frustración o incluso ansiedad. Por lo tanto, hace falta informar a los alumnos también de las medidas que apoyan a la disminución de la contaminación.

A fin de evitar frustración y lograr cambios de costumbres en los alumnos, se recomienda el siguiente modelo de la enseñanza integral (Unterbruner, 1991):

- Información: Dar una introducción al tema aire, su importancia y su contaminación mediante información, experimentos y actividades.
- Reacción emocional: Hacer expresar a los alumnos sus emociones relacionadas al tema contaminación atmosférica mediante títeres, dibujos, juego de roles, etc.
- Búsqueda de soluciones: Buscar junto con los alumnos soluciones y medidas para enfrentar y disminuir la contaminación atmosférica.
- Acción: Tomar una medida junto con los alumnos (actividades).
- Reflexión: Hacer reflexionar a los alumnos sobre lo que han aprendido.

### 7.2 Beneficios de la Educación Ambiental

Para los alumnos:

- Es importante responder a las preguntas y preocupaciones de los alumnos. El investigar problemas reales y el hacer un esfuerzo para mejorar esas situaciones involucra a los alumnos y los motiva.
- La participación en un proceso de investigación y acción puede fomentar el optimismo y no la desesperación sobre el futuro. Los alumnos deberán comprender la seriedad de los problemas ambientales pero al mismo tiempo desarrollar un sentido de esperanza y compromiso para el cambio.
- Al tratar temas ambientales, los alumnos deberán mejorar las siguientes habilidades: toma de decisiones, reflexión crítica y la resolución de problemas.
- Los estudios de temas ambientales pueden fortalecer a los alumnos, al conectar su realidad cotidiana con los estudios de sus clases.

Para los maestros:

- Los temas ambientales pueden atraer y mantener el interés de los alumnos por ser temas actuales, pertinentes y críticos.
- El enseñar de temas ambientales involucra una serie de actividades y experiencias, lo que a su vez mejora la calidad de la enseñanza.
- La participación en proyectos ambientales desarrolla la cooperación y el sentido de comunidad entre los alumnos.
- Los temas ambientales proveen un contexto para el aprendizaje interdisciplinario.
- La urgencia del deterioro ambiental exige la inclusión de temas ambientales en la experiencia escolar.

(NAAEE, 1994)

## **8 Conclusiones**

El aire desempeña varias funciones muy importantes. Nos provee de oxígeno y nos protege de los dañinos rayos ultravioleta del Sol, de los extremos del frío y del calor y de los meteoritos. Además, como viento el aire actúa como medio de transporte e influye mucho en la circulación de la humedad y la nivelación de las temperaturas en la Tierra. Finalmente, el aire forma parte del medio ambiente y está entrelazado con los demás elementos del medio ambiente.

La actividad humana ha provocado la contaminación del recurso aire. El aire contaminado ya no logra desempeñar todos sus roles de la misma manera. La destrucción de la capa de ozono provoca que más rayos UV lleguen a la Tierra. El aumento de los gases de efecto invernadero provoca el cambio climático. Además, el aire contaminado afecta a la salud humana y al medio ambiente.

La contaminación atmosférica tiene muchas consecuencias adversas para toda la vida en la Tierra. Por eso, tenemos que cuidar el aire y mantenerlo limpio.

## 9 Glosario

*Atmósfera:* Masa gaseosa que rodea la Tierra y que está constituida de diferentes gases.

*Barómetro:* Instrumento con lo cual se mide la presión atmosférica.

*Cambio climático:* Término que está relacionado con los efectos globales causados por la contaminación atmosférica, y en particular con el efecto invernadero. Comprende el calentamiento global que se ha producido en las últimas décadas y que parece ser responsable de las inundaciones, sequías y deshielos que han ocurrido con más frecuencia en esta época.

*Capa de ozono:* Capa natural, constituida del gas ozono y ubicada en la estratosfera, que protege la Tierra de los rayos ultravioleta que provienen del Sol.

*Chaqueos:* Incendios en el Chaco ocasionados por los lugareños que hacen fertilizar de esta manera sus campos.

*Combustión incompleta:* Combustión en la cual se forma monóxido de carbono (CO) en lugar de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por falta de oxígeno.

*Compuestos orgánicos volátiles (COV):* Material orgánico que está suspendido en el aire y que se desprende al aire por evaporación o combustión de carburantes.

*Condensación:* Conversión del vapor de agua en agua líquida.

*Desarrollo sostenible:* Desarrollo que comprende las dimensiones políticas, sociales, económicas y ambientales.

*Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>):* Gas que se forma por la quema de combustibles que contienen azufre. Cuando se mezcla con el agua de las nubes, se origina lluvia ácida.

*Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):* Gas inodoro e invisible que se forma por la quema o la descomposición de materiales orgánicos y por la respiración. Es asimilado por las plantas y contribuye al efecto invernadero.

*Efecto invernadero:* Fenómeno que equilibra las temperaturas en la tierra. Una capa de gases en la troposfera absorba el calor que viene de la tierra y lo devuelve hacia la tierra, evitando que el calor escape al espacio y muramos de frío.

*Fotosíntesis:* Proceso que las plantas aplican para generar energía a base de la luz del Sol, agua y dióxido de carbono. En este proceso se forma oxígeno como producto residual e inútil para las mismas.

*Inversión térmica:* Efecto climático que ocurre especialmente en periodos fríos. Una masa de aire frío se queda atrapado sobre la tierra así que el aire más próximo a la tierra no se regenera.

*Límites de emisión:* Concentración máxima de contaminantes que puede ser emitidos al aire.

*Lluvia ácida:* Lluvia que ha sido vuelta ácida por algunos contaminantes presentes en el aire. Daña a las plantas, al medio ambiente y a los monumentos.

*Monóxido de Carbono (CO):* Gas que se desprende de los procesos de combustión incompleta ocasionados por falta de oxígeno. Reduce la capacidad de absorción del oxígeno en la sangre.

*Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>):* Gas que se produce en los procesos de combustión a altas temperaturas. Da lugar a la formación del ozono troposférico y de la lluvia ácida.

*Oxígeno (O<sub>2</sub>):* Gas inodoro e invisible que respiramos y que es indispensable para todos los procesos vitales. Es producido por las plantas y el fitoplancton del mar (las algas).

*Ozono troposférico (O<sub>3</sub>):* Contaminante que se forma en la troposfera a partir de otros contaminantes (NO<sub>x</sub> y COV) cuando éstos chocan con los rayos ultravioleta del Sol. Causa daños en la salud humana y en el medio ambiente.

*Partículas (PM<sub>10</sub>):* Fragmentos sólidos livianos que se encuentran flotando en el aire. Pueden ser hollín, polvo, polen, etc.

*Presión del aire / presión atmosférica:* Fuerza que ejerce el aire en la tierra por su peso. La presión atmosférica a nivel del mar es 1,013 bar.

*Reciclaje:* Utilización de materiales usados como materia prima para producir los mismos productos o productos distintos.

## 10 Lecturas recomendadas

Mielke, G. 2000. Educación Ambiental Integral – para un futuro sostenible. Instituto Cultural Boliviano-Alemán. Sucre – Bolivia.

Instituto Cultural Boliviano-Alemán (I.C.B.A.). 1995. Manual de Biología y Ecología Experimental. Sucre – Bolivia.

De Morales, C. B. 2004. Manual de Ecología. Segunda Edición. La Paz – Bolivia.

Carrera de Ciencias Biológicas, Integradas y Educación Ambiental. 1992. Ecología y Educación Ambiental. Sucre – Bolivia.

De Morales, C. B. 1990. Bolivia: Medio Ambiente y Ecología Aplicada. Instituto de Ecología Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia.

Vásquez, G. A. M. 1993. Ecología y Formación Ambiental. México.

Erickson, J. 1993. Un mundo en desequilibrio: la contaminación de nuestro planeta. Colombia.

Leggett, J. 1994. El aire contaminado. Colección Operación Tierra EDITORIAL SIGMAR. Buenos Aires – Argentina. (En la misma colección se publicaron también los siguientes títulos: invasión de la basura, el agua en peligro, bosques en extinción, la trampa de la humanidad, el derroche de la energía.)

## 11 Enlaces

[www.mds.gov.bo](http://www.mds.gov.bo) Ministerio de Desarrollo Sostenible, Bolivia

[www.ibnorca.org.bo](http://www.ibnorca.org.bo) Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

[www.jmarcano.com](http://www.jmarcano.com) Educación Ambiental en la República Dominicana

<http://eelink.net/educacionambientalenespanol.html> EELink (North American Association for Environmental Education)

[www.infoecologia.com](http://www.infoecologia.com) Infoecología (La revista de la ecología y el medio ambiente)

[www.librys.com](http://www.librys.com) Educación en Internet

[www.enbuenosmanos.com/seccion/ecologia.asp](http://www.enbuenosmanos.com/seccion/ecologia.asp) En Buenos Manos

[www.alihuen.org.ar](http://www.alihuen.org.ar) ALIHUEN (ONG ambientalista, Argentina)

[www.epa.gov/airnow/aqikids/spanish/](http://www.epa.gov/airnow/aqikids/spanish/)

## **12 Bibliografía**

Ministerio de Desarrollo Sostenible. 2003. Guía de Capacitación en Gestión de Calidad Ambiental. La Paz – Bolivia.

NAAEE (North American Association for Environmental Education). 1994. Caja de Herramientas de Educación Ambiental, Manual de Recursos para Talleres: Planteamiento de temas ambientales en el aula. Michigan – USA.

Swisscontact. 2005. Educación Ambiental – Módulo AIRE: Guía didáctica para el nivel primario. Cochabamba – Bolivia. (título provisional)

Unterbruner, U. 1991. Umweltangst – Umwelterziehung: Vorschläge zur Bewältigung der Ängste Jugendlicher vor Umweltzerstörung. Veritas-Verlag. Linz – Austria.