



UNIDAD 4. CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Se entiende por contaminación atmosférica la presencia en el aire de sustancias o formas de energía procedentes de emisiones que produzcan daño o molestia a las personas y bienes de cualquier naturaleza.

Los daños pueden incluir enfermedades en las personas y en cuanto a los bienes, nos podemos referir a objetos (edificaciones, esculturas, etc.) y a seres vivos (animales y plantas).

La contaminación puede tener un origen natural, por ejemplo una tormenta de arena en un desierto o una erupción volcánica, pero lo habitual es que sea debida a la acción humana o también llamada **antrópica**.

COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA

Nuestro planeta tiene forma aproximadamente esférica y se organiza en capas concéntricas que de fuera a dentro son: atmósfera, hidrosfera, biosfera y geosfera. La primera es gaseosa, la segunda es líquida y las restantes sólidas.

La atmósfera es una capa de gases que envuelve a la Tierra. Está formada mayoritariamente por nitrógenos y oxígeno y contiene pequeñas cantidades de otros muchos gases.

El nitrógeno constituye el 78% y se encuentra en forma de moléculas formadas por dos átomos (N_2). El oxígeno ocupa el 21% y también forma moléculas de dos en dos átomos (O_2). El resto de los componentes solo representa el 1% del total. Destaca el argón (un gas noble) con casi ese 1% y también hay dióxido de carbono (CO_2), vapor de agua, metano, neón, helio, ozono y otros.

A pesar de la pequeña proporción de algunos componentes como el dióxido de carbono o el metano, se verá más adelante la importancia de estos gases en el mantenimiento de la vida en nuestro planeta.

ESTRUCTURA DE LA ATMÓSFERA (CAPAS)

La atmósfera se ha dividido en capas que van desde la superficie hasta el espacio exterior teniendo en cuenta las variaciones de temperatura. Las capas son:

Troposfera. Es la capa que está en contacto con la superficie terrestre. Llegar hasta unos 15 kilómetros de altitud. En ella suceden todos los fenómenos atmosféricos y su **temperatura disminuye** al ascender hasta llegar a los $-60^\circ C$.

Estratosfera. Recibe este nombre porque en ella el aire se mueve en capas más o menos horizontales (que recuerdan a los estratos de roca). Se extiende hasta los 50 km de altitud. En ella los rayos ultravioletas procedentes del Sol golpean el oxígeno del aire y se produce ozono (la capa de ozono está dentro de la estratosfera). Gracias a ello, dichas radiaciones apenas llegan a la

superficie terrestre siendo transformadas en calor. Por ello, en esta capa la **temperatura aumenta** de -60°C a 0°C .

Mesosfera. Es una capa intermedia, va desde los 50 km hasta los 80 km. Su **temperatura disminuye** desde 0°C hasta -90°C .

Termosfera o ionosfera. Se extiende desde los 80 km hasta los 800 km. En ella los rayos X y los rayos gamma procedentes del Sol y muy peligrosos, son absorbidos por las moléculas del aire y transformados en calor. Por eso, en esta capa la **temperatura aumenta** de -90°C hasta más de 1000°C .

Exosfera. Es la capa más externa de la atmósfera. Apenas tiene moléculas de aire y no tiene un límite ya que poco a poco, al ascender, va confundiendo con el espacio exterior (Se considera que puede llegar hasta los 10000 km. Su **temperatura disminuye** hasta más de -100°C .

CONTAMINANTES DE LA ATMÓSFERA

La **contaminación antrópica o de origen humano** empezó en la segunda mitad del siglo XVIII con la revolución industrial a inventarse el motor de vapor que consumía grandes cantidades de carbón.

De entonces y hasta ahora no ha hecho más que aumentar. Podemos distinguir en función de su alcance entre contaminación **local**, como la que se produce en invierno en pueblos como Valdepeñas o los Villares al poner en marcha las calderas de calefacción. **Regional**, cuando se afecta a grandes áreas como por ejemplo toda la región industrial de la provincia de Huelva. Y **global**, cuando afecta a todo el planeta. El calentamiento global, la destrucción de la capa de ozono e incluso la lluvia ácida constituyen problemas globales de contaminación atmosférica.

Los contaminantes pueden ser **materia** o bien **formas de energía**.

La materia puede presentarse en **estado sólido** (partículas), **líquido** (pequeñas gotas en forma de aerosoles) o **gaseoso**.

Las formas de energía pueden ser las **radiaciones ionizantes** (rayos X y rayos gamma), el **ruido**, el **calor** y la **luz**.

Sustancias

Podemos clasificar los contaminantes en **primarios**, que son los que se emiten directamente a la atmósfera y **secundarios**, que son los que se forman a partir de los primarios cuando estos reaccionan con otras sustancias o formas de energía presentes en la atmósfera.

Contaminantes primarios

Partículas. Son contaminantes en estado sólido. Puede estar formados por polvo de minerales (actividades mineras y canteras) o de carbón (hollín) procedente de la combustión sobre todo del gasoil de los coches). Provocan problemas pulmonares.

Gases. Los contaminantes más comunes son el **dióxido de carbono** (CO_2), el **monóxido de carbono** (CO), el **dióxido de azufre** (SO_2), **óxidos de nitrógeno** (NO_x) Todos ellos procedentes de la combustión de combustibles fósiles.



También hay **compuestos orgánicos volátiles** (COV), hay de muchos tipos y en general son peligrosos por ser cancerígenos. Otro contaminante es el **ozono troposférico** (el de la estratosfera no es un contaminante y además tiene una función protectora).

Contaminantes secundarios

Los contaminantes secundarios más conocidos son el ácido sulfúrico y el ácido nítrico procedentes de la reacción con el agua de los óxidos de azufre y de nitrógeno respectivamente. Estas sustancias constituyen la llamada lluvia ácida.

Otro contaminante secundario es el ozono troposférico (no el de la estratosfera) que se produce por la reacción del óxido de nitrógeno con la luz ultravioleta que llega a la superficie de la Tierra. El ozono, aquí en la estratosfera, es un gas irritante y por lo tanto se considera un contaminante.

Formas de energía

La energía añadida a la atmósfera también se considera contaminación si causa daños o molestias. Podemos considerar tres tipos:

Calor. El calor añadido a la atmósfera puede proceder de actividades industriales, de los motores de los vehículos, de las calefacciones y de los aires acondicionados.

El calor en las grandes ciudades, en invierno cuando el tiempo está despejado ayudan a provocar la llamada isla de calor, que impide la dispersión de los contaminantes y provoca graves problemas como los que sabemos que suceden en Madrid todos los años.

Las radiaciones (rayos X y rayos gamma). Es un tipo de energía muy peligroso que normalmente se evita que pase a la atmósfera. Se produce en algunas actividades industriales, en los hospitales y en las centrales nucleares. Las medidas de seguridad para impedir estas emisiones son muy estrictas pero a veces hay escapes. Los de las centrales nucleares son las más peligrosas.

El ruido. El ruido es todo sonido molesto porque sea muy intenso o porque tenga lugar en un momento o en un lugar inadecuado (por la noche cuando estamos durmiendo, cerca de un hospital, etc.). Hay leyes desde hace unos años para regular el ruido y así proteger a los ciudadanos de sus molestias.

La luz. La contaminación lumínica es aquella que se produce por un exceso de luz por las noches. Desde hace unos pocos años las leyes obligan a que las farolas no dejen salir la luz hacia arriba. La contaminación lumínica puede llegar a molestar a las personas, altera el modo de vida de muchos animales y estropea el cielo nocturno impidiendo ver las estrellas. La zona de Valdepeñas ha sido nombrada zona libre de contaminación luminosa y por ello es una **Reserva Starlight**.

EFECTO INVERNADERO

Se llama así al hecho de que la atmósfera retiene el calor terrestre procedente de la luz solar antes de que se pierda en el espacio exterior de la Tierra.

El nombre de efecto invernadero procede de comparar a la atmósfera con un invernadero en el que la luz solar atraviesa el plástico lo mismo que la luz solar atraviesa la atmósfera (plástico y

atmósfera son transparentes a la luz). La luz es absorbida por el suelo y esa energía es devuelta en forma de calor que no puede escapar fácilmente a través del plástico ni de la atmósfera.

Gracias al efecto invernadero es posible la vida en la Tierra pues mantiene el calor por un tiempo y ayudando a regular la temperatura terrestre.

BALANCE ENERGÉTICO O EQUILIBRIO TÉRMICO TERRESTRE

La energía procedente del Sol es sobre todo luz. Una parte es reflejada por la atmósfera y la superficie (esa energía no cuenta) y otra parte es absorbida por la superficie (agua, suelo) y devuelta en forma de calor. Ese calor es absorbido por la atmósfera que más tarde la desprende en forma también de calor (esta segunda emisión es el efecto invernadero). Al final el calor se pierde en el espacio.

El balance energético es la relación entre la energía que entra y la que sale. El balance es cero. Gracias al efecto invernadero el calor permanece más tiempo pero al final debemos saber que tanta energía como entra (luz) al final sale (calor).

Es lógico esto ya que si entrara más de la que sale, la Tierra sería hoy día un planeta con unas temperaturas altísimas e insostenibles y si saliera más energía de la que entra, nuestro planeta tendría una temperatura bajísima e igualmente sería inhabitable.

GASES DE EFECTO INVERNADERO

Los gases que producen el efecto invernadero en nuestro planeta pueden tener un origen natural pero también los hay de origen antrópico.

Origen natural

Los más importantes son el vapor de agua, el metano y sobre todo el dióxido de carbono. Gracias a estos gases la vida en la Tierra lleva más de 3000 millones de años.

Origen antrópico

Son los producidos por la acción humana. Desde la revolución industrial (finales del siglo XVIII) los humanos hemos estado emitiendo a la atmósfera enormes cantidades de gases de efecto invernadero.

El principal gas de efecto invernadero producido por los humanos es el **dióxido de carbono**. Hay gases con más efecto invernadero pero este es el que se produce en mayor cantidad. Otro gas de efecto invernadero es el **metano**, procedente de la cría de animales como las vacas y de los cultivos inundados como el arroz. Hoy día la cantidad de vacas que se crían y de arroz que se cultiva es cientos de veces mayor que hace 50 años y su influencia empieza a ser preocupante.

EL IMPACTO DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO

No todos los gases de la atmósfera tienen el mismo efecto invernadero. Influye tanto el tipo de gas como la cantidad del mismo.



El metano tiene un efecto decenas de veces mayor que el dióxido de carbono y el óxido de nitrógeno y otros gases miles de veces más, pero consideramos al CO₂ el gas más importante al ser el que más se emite en mayor cantidad.

Para evitar confusiones todos los gases de efecto invernadero los referimos a dióxido de carbono y así, por ejemplo, decimos que el efecto de un gramo de metano equivale a 25 gramos de CO₂.

CONSECUENCIAS DEL EFECTO INVERNADERO

Hay que entender que el efecto invernadero no es perjudicial en sí mismo sino todo lo contrario. Hay vida en la Tierra porque hay efecto invernadero. El problema está en que estamos aumentando el efecto invernadero al emitir a la atmósfera enormes cantidades de gases que influyen en él.

La principal consecuencia del **aumento del efecto invernadero** es el **calentamiento global** que lleva a un **cambio climático**.

LOS PROBLEMAS GLOBALES DEBIDOS A LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Hay tres problemas derivados de la contaminación atmosférica que afectan a la Tierra en su conjunto y que la gente tiende a confundir. Los tres problemas son diferentes y solo tiene en común que son problemas de contaminación de la atmósfera y que son globales (afectan a toda la Tierra). Son el calentamiento global, la destrucción de la capa de ozono y la lluvia ácida.

1. El calentamiento global

El calentamiento global lleva al cambio climático. Algunas de las consecuencias de este calentamiento debido al aumento del efecto invernadero son:

1. Aumento de las temperaturas medias.
2. Deforestación y extinción de especies que no soportan los cambios.
3. Deshielo de los polos y aumento del nivel de los mares con el problema para la gente que vive en las costas.
4. Condiciones climáticas extremas con lluvias más intensas y destructivas en algunos lugares y olas de calor más frecuentes en otros.
5. Sequías por falta de lluvias prolongadas en muchos lugares. Por ejemplo, cada vez llueve menos en la zona del levante español.

2. Destrucción de la capa de ozono

La capa de ozono se encuentra en la estratosfera. El ozono, O₃ es producido cuando los rayos ultravioleta solares golpean las moléculas de O₂. Los rayos ultravioleta también golpean el ozono rompiéndolo a O₂.

De este modo, el ozono se produce y descompone continuamente y los rayos ultravioleta ya no llegan a la atmósfera (solo llega una pequeña parte de ellos). La energía de la radiación ultravioleta es transformada en calor (por eso la estratosfera pasa de -60°C a 0°C).

Durante la segunda mitad del siglo XX se observó una disminución en la capa de ozono sobre todo en la zona de la Antártida con el aumento de luz ultravioleta en la superficie terrestre. La desaparición del ozono se vio que era debida a la presencia de átomos de cloro y el cloro procedía de los gases que se empleaban en los frigoríficos, aires acondicionados y sprays (llamados CFC).

En las últimas décadas se han dejado de fabricar esos gases y han sido sustituidos por otros que no llevan cloro. Hoy en día la capa de ozono se va recuperando lentamente. El problema de los nuevos gases es que tiene un efecto invernadero enorme por lo que hay que seguir teniendo cuidado a la hora de manipularlos y así, por ejemplo, los frigoríficos viejos no pueden echarse a la chatarra sin más sino que hay que llevarlos a plantas especiales donde es recogido el gas y almacenado para que no se vierta a la atmósfera.

3. La lluvia ácida

La lluvia ácida está producida fundamentalmente por la reacción de los óxidos de azufre y de nitrógeno con el vapor de agua de la atmósfera. Se trata por lo tanto de contaminantes secundarios.



Los óxidos de azufre y de nitrógeno proceden de la combustión de combustibles fósiles (centrales térmicas, vehículos, etc.)

La lluvia ácida es un gran problema de contaminación pues estos ácidos son corrosivos y se depositan sobre los seres vivos y sobre las instalaciones de los humanos.

Son responsables de que una parte importante de los bosques de Europa se vean afectados y se sequen los árboles. En las ciudades, los monumentos (esculturas y edificios) de piedra se ven afectados descomponiéndose. Es el llamado mal de la piedra.