

MODULO 2 / Materia y entorno:  
El aire, la mezcla de gases en que vivimos

# CIENCIAS NATURALES

## PRIMER CICLO



### MÓDULO 2

Materia y entorno:  
El aire, la mezcla de  
gases en que vivimos





## MÓDULO 2

Materia y entorno:  
El aire, la mezcla de  
gases en que vivimos

© Ministerio de Educación  
Alameda Bernardo O`Higgins 1371, Santiago de Chile

Obra: Materia y entorno  
El aire, la mezcla de gases en que vivimos

Edición Actualizada

Inscripción Nº 187.356

Autor  
Francisco Soto

Colaboradores:  
Alejandra Gallardo, Raúl Ladrón de Guevara y Judith Reyes

Coordinación Nacional de Normalización de Estudios  
División de Educación General

Investigación iconográfica y producción  
José Luis Moncada

Coordinadora de diseño y diagramación  
Paola Savelli

Impreso por: RR Donnelley  
Año impresión: 2012

## Presentación

Para el Ministerio de Educación, es muy gratificante poner a disposición de docentes y estudiantes de la modalidad flexible de nivelación de estudios, materiales educativos de apoyo para el aprendizaje, en la Educación Media.

Tanto la Guía de apoyo pedagógico para el docente como las Guías de aprendizaje para el alumno fueron elaboradas de acuerdo con las exigencias curriculares que orientan la enseñanza de las personas jóvenes y adultas que nivelan estudios en modalidad regular y/o flexible.

Terminar la Enseñanza Media es un gran paso para todas aquellas personas que no han completado sus 12 años de escolaridad. Finalizado este proceso de aprendizaje, tendrán la oportunidad de optar por nuevos y mejores caminos en lo que se refiere a la familia, el trabajo o la continuación de sus estudios.

Nuestro compromiso es proporcionar un servicio educativo de calidad, con materiales adecuados, pertinentes y motivadores, que permitan que todas aquellas personas jóvenes y adultas que por diferentes circunstancias no han completado su escolaridad, puedan hacerlo.



## ÍNDICE ➔

# Módulo 2 Materia y entorno: El aire, la mezcla de gases en que vivimos



## Unidad 1 La atmósfera y la composición del aire

¿De qué está hecho el aire?	10
La densidad del aire	13
Presión atmosférica	16
¿Qué efectos tiene la altura y la presión en el cuerpo humano?	18
Síntesis de la unidad	22
Bibliografía	24



## Unidad 2

### La presión de los gases

¿Qué son los gases?	28
La presión	32
Los gases y la presión	34
Presión y volumen	35
Presión y temperatura	38
El modelo cinético molecular de los gases	43
Síntesis de la unidad	44
Bibliografía	48



## Unidad 3

### La contaminación atmosférica

La contaminación natural del aire	52
La contaminación artificial	54
Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud	58
Efecto invernadero	59
Adelgazamiento de la capa de ozono	65
Consecuencias para la naturaleza y la salud humana	67
Síntesis gráfica de la unidad	68
Bibliografía	70



# ● Unidad 1

## La atmósfera y la composición del aire

■ A 100 km la atmósfera es más tenue. Al fondo la Luna. foto NASA.

# La atmósfera y la composición del aire

## Situemos el tema



### ¿Magia o conocimiento?

Existe una conocida actividad que sigue sorprendiendo a quienes la observan por primera vez. Para realizarla, siga los siguientes pasos:

Tome un vaso mediano y ponga agua en él, hasta sus  $\frac{3}{4}$  partes aproximadamente. Si lo damos vuelta, ¿qué ocurre con el agua que está en el interior? La respuesta es casi obvia, ¡se derrama!

Si repetimos la experiencia, pero tapando previamente el vaso con una hoja de papel, que afirmamos con la mano mientras volteamos suavemente el vaso, ¿qué ocurre con el agua, después de retirar cuidadosamente la mano? ¡Haga el experimento, es muy sencillo obtener la respuesta!

El resultado de este experimento, si no es sorprendente, al menos es curioso. En efecto, nos propone nuevas preguntas: ¿qué hace que el agua se mantenga en el vaso, sostenida por una simple hoja de papel?, ¿es solamente la hoja de papel la que sostiene al agua? Pues bien, la respuesta a éstas y otras posibles interrogantes, no están en la «magia», sino que en el conocimiento de algunos fenómenos presentes en nuestra vida cotidiana. Efectivamente, en esta unidad estudiaremos algo que además de ser indispensable para nuestra propia existencia, literalmente llena todo nuestro entorno. Este «algo», es el aire, una mezcla de diversos gases que forman la atmósfera, es decir, la parte gaseosa de la Tierra. Comprender los fenómenos básicos asociados al aire y la atmósfera, nos permite explicar diversas situaciones como, por ejemplo, ¿por qué se nos «tapan» los oídos cuando bajamos o subimos rápidamente una cuesta?, ¿por qué nos «zumban» los oídos cuando nos sumergimos en una piscina profunda? Así, para responder estas preguntas, comencemos el estudio de esta unidad.



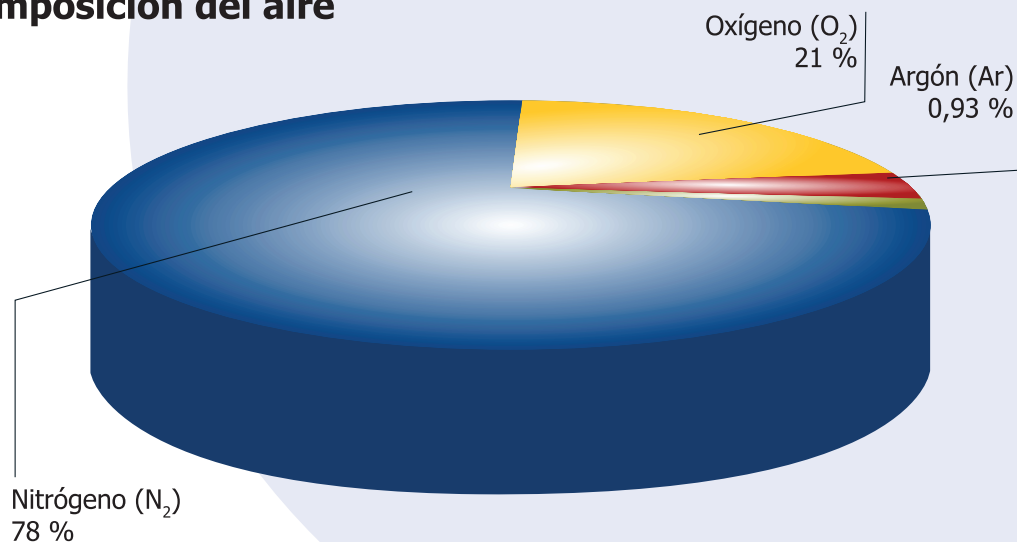
## ¿De qué está hecho el aire?

Quienes vivimos en la Tierra, estamos sumergidos en un verdadero océano gaseoso compuesto por millones de pequeñísimas partículas que se mueven de manera desordenada y a altísimas velocidades. Este «océano», que llamamos atmósfera, está compuesto por una mezcla de diferentes gases llamado aire.

Es muy común que al hablar del aire, pensemos en un sinónimo de oxígeno. No obstante, aunque este gas es fundamental para nuestra vida, sólo una parte del aire está compuesta por oxígeno (cerca de un 21 %) y la mayor parte es nitrógeno (casi un 78 %).

*Aunque a veces nos resulte difícil de entender, vivimos sumergidos en una sustancia material, que tiene masa y ocupa un espacio.*

### Composición del aire



➔ **El nitrógeno ( $N_2$ )** es fundamental para las funciones vitales de toda célula viva.

➔ **El oxígeno ( $O_2$ )** es un elemento indispensable para toda combustión. De hecho, la combustión es la reacción de un combustible con el oxígeno. Los seres vivos, en general, utilizamos el oxígeno presente en el aire para «quemar» los alimentos en nuestro organismo y así obtener energía.

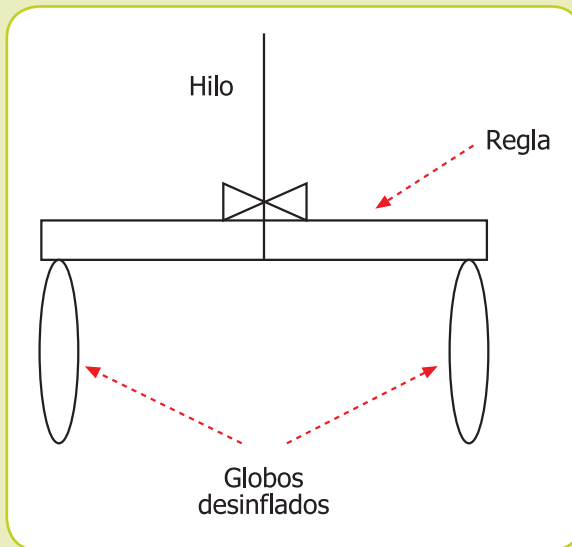
➔ **El argón (Ar)** es un gas inerte. Se denomina de esta forma ya que su principal característica es que no se combina o reacciona con otros elementos para formar compuestos.

➔ **El dióxido de carbono ( $CO_2$ )** es un compuesto (combinación de dos elementos) vital para el desarrollo de las plantas, las que lo obtienen del aire, lo combinan con el agua que absorben sus raíces y generan azúcares, es decir, energía.

## Actividad: ¿tiene peso el aire?

Tal como hemos señalado, el aire está compuesto por partículas de diferentes gases, es decir, el aire es materia. Por lo tanto, el aire debería tener masa y ser atraído por la Tierra mediante la fuerza que llamamos peso. En otras palabras, el aire debería pesar!

Para verificar esta afirmación, haremos la siguiente actividad: consiga dos globos iguales, una regla y un poco de hilo o lana. Amarre los globos desinflados a los extremos de la regla y, mediante el hilo, sosténgala desde su punto medio. Tal como muestra la figura, la regla permanecerá horizontal (en equilibrio).



**Sin embargo, ¿qué cree que ocurrirá al repetir la experiencia, pero poniendo un globo inflado? Formule una predicción.**

---

---

---

---

---

**Realice el experimento para verificar su predicción. ¿Qué observa? ¿Qué puede concluir respecto del aire y el peso?**

---

---

---

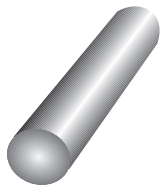
---

---

## La densidad del aire

Las partículas que forman el aire, dependiendo de ciertas condiciones pueden estar más o menos juntas. Es decir, pueden tener diferente densidad. La **densidad** es una propiedad de las sustancias que nos indica cuánta cantidad de ella existe en una unidad de volumen. Operacionalmente, la densidad de cualquier sustancia se determina dividiendo cierta porción de masa de una sustancia (medida en g o kg) por el volumen que ocupa (medido en  $\text{cm}^3$  o  $\text{m}^3$ ).

Por ejemplo, supongamos que tenemos un corcho de 40 g y cuyo volumen es  $80 \text{ cm}^3$ . De acuerdo con esto, entonces, podemos determinar su densidad como:



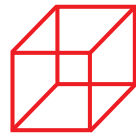
$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} = \frac{40 \text{ gramos}}{80 \text{ cm}^3} = \frac{0,5 \text{ gramos}}{\text{cm}^3} = 0,5 \text{ g/cm}^3$$

Aun cuando la unidad de densidad empleada aquí es válida ( $\text{g/cm}^3$ ), es conveniente señalar que la unidad de medida de la densidad en el Sistema Internacional de Unidades (S.I.) es el  $\text{kg/m}^3$ .

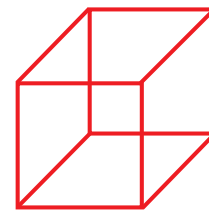
Si una madera tiene esta densidad, significa que 0,5 g de esta sustancia, ocupan un volumen de 1 cm<sup>3</sup>. Si esta sustancia es homogénea, es decir, su densidad es constante, entonces su masa es proporcional al volumen, es decir: si 0,5 g de madera ocupan 1 cm<sup>3</sup>, entonces el doble de masa (1 g) ocupa 2 cm<sup>3</sup> y así sucesivamente.



1 cm<sup>3</sup> de madera  
0,5 g

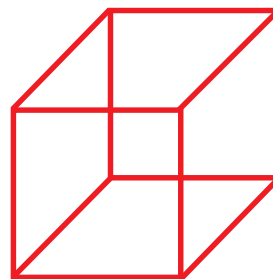


2 cm<sup>3</sup> de madera  
1 g



4 cm<sup>3</sup> de madera  
2 g

En el caso del aire, su densidad no es constante, es decir, puede tener diferentes valores dependiendo de ciertos factores como la altura o la temperatura. Sin embargo, a una temperatura de 20 °C y a nivel del mar, la densidad del aire es aproximadamente igual a 0,0013 g por cada centímetro cúbico de volumen (0,0013 g/cm<sup>3</sup>).



1 cm<sup>3</sup> de aire  
0,0013 g

## Actividad para discutir y trabajar en clase

1. Una moneda antigua tiene una masa de 18 g y su volumen es 3 cm<sup>3</sup>.

a) ¿Cuál es la densidad del material del cual está hecha la moneda, expresada en g/cm<sup>3</sup>?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

b) ¿Qué volumen ocupa un cuerpo, construido de este mismo material, si su masa es 120 g?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

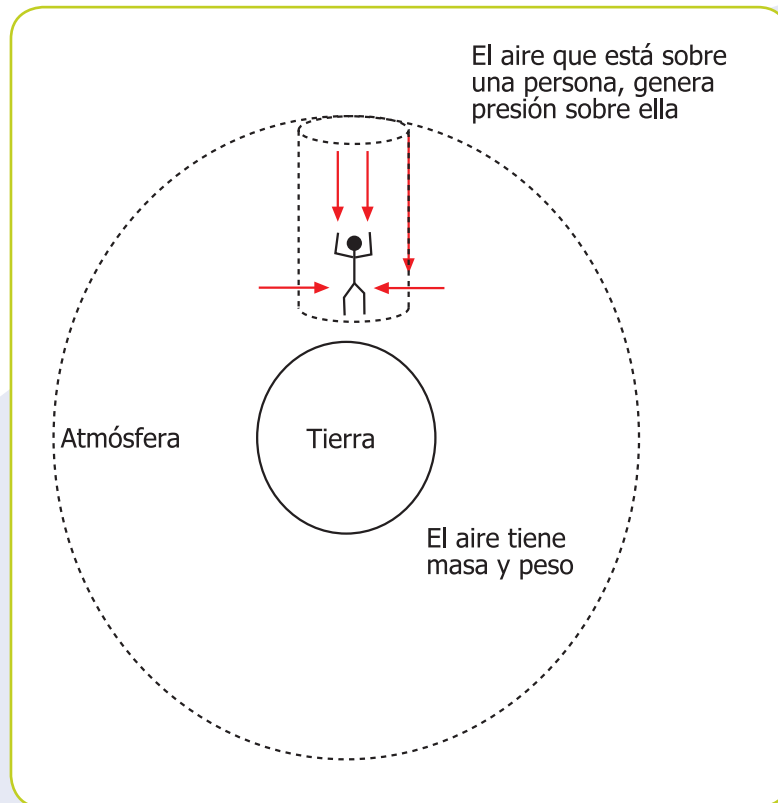
---



## Presión atmosférica

La atmósfera se mantiene en torno a la Tierra debido a la fuerza de gravedad ejercida sobre ella por la Tierra, es decir, por el peso. Debido a ello, la atmósfera ejerce una fuerza sobre nosotros y sobre todos los demás cuerpos que se encuentran en su interior.

El efecto que produce el peso del aire sobre la superficie de la Tierra, y sobre todos los seres vivos y demás cuerpos que están en el planeta, se denomina **presión atmosférica**.



**No hay que confundir la presión atmosférica con la fuerza de atracción gravitatoria. En efecto, la fuerza de atracción gravitatoria, es decir, el peso, es la responsable de la presión atmosférica. Es muy común, aunque totalmente erróneo, que algunas personas piensen que el peso es originado por la presión atmosférica y no al revés.**

La presión atmosférica se ejerce en todas direcciones y con igual intensidad sobre aquellos cuerpos que se encuentran a la misma altura sobre el nivel del mar.

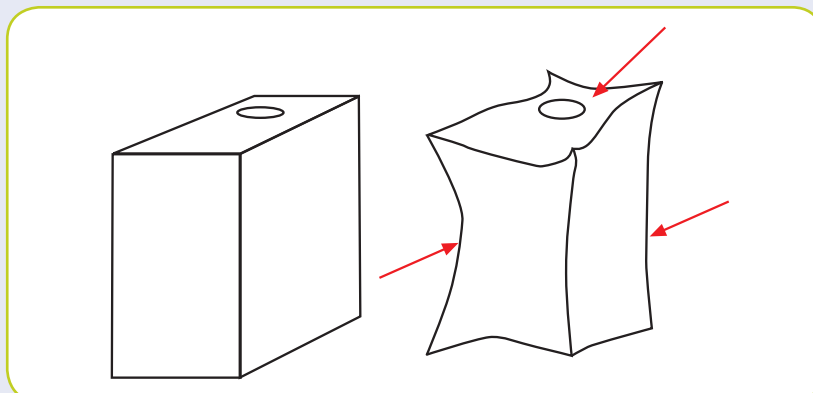
Nuestro cuerpo recibe permanentemente la acción de esta presión, la que es contrarrestada por una presión interna que el organismo ejerce desde el interior «hacia afuera». De otro modo, la presión atmosférica nos comprimiría.

La atmósfera es mantenida en torno a la Tierra debido a una fuerza de atracción (gravitacional) que la Tierra ejerce sobre los cuerpos y partículas que están en sus cercanías, sin embargo, esta fuerza disminuye cuando nos alejamos del centro del planeta. Por tal razón, a medida que aumentamos la altura sobre el nivel del mar, la densidad del aire disminuye, ya que la fuerza es también menor. Del mismo modo, al aumentar la altura, la presión atmosférica sobre los cuerpos disminuye su intensidad, puesto que la atmósfera también disminuye su grosor.



## Veamos un ejemplo:

Si tomamos un tarro abierto a una gran altura, donde la presión atmosférica es muy baja y lo cerramos, el aire que queda en él, tiene la misma presión que el exterior, es decir, las presiones (interna y externa) están en equilibrio, tal como lo ilustra el tarro de la izquierda en la figura. Sin embargo, si tomamos el mismo tarro y sin abrirlo lo llevamos al nivel del mar, donde la presión atmosférica alcanza su mayor valor, el recipiente se deformará, tal como muestra la lata de la derecha en la figura, ya que la presión exterior es mayor que la presión interna.



La presión atmosférica se mide mediante un aparato llamado barómetro. De manera oficial, esta magnitud se mide en una unidad llamada pascal (Pa), sin embargo, es común que se mida en "atmósferas" o fracciones de ella. Una atmósfera (1 Atm), es la presión ejercida en condiciones normales de temperatura y humedad ambiental a nivel del mar.

## ¿Qué efectos tiene la altura y la presión en el cuerpo humano?

Como ya sabemos, la presión atmosférica y la densidad del aire disminuyen con la altura. Ambas situaciones, constituyen la causa de un serio problema que afecta a montañistas, mineros y personas que realizan trabajos y actividades a gran altura geográfica. En efecto, la disminución de la densidad del aire, sumado a la disminución de la presión atmosférica, altera notoriamente el suministro de oxígeno al cuerpo humano, dando lugar a la hipoxia (falta de oxígeno), cuyos principales síntomas son mareos, vómitos, cefaleas agudas, fatiga y, en general, problemas de coordinación motora. Al conjunto de estos síntomas se le llama popularmente «puna», «soroche» o mal de altura.



■ *Caminata en la montaña.* <http://groenlandia2008.googlepages.com/DSCN1529.JPG/DSCN1529-full.jpg>.

En el interior de nuestros pulmones, el aire es captado gracias a la presión atmosférica ejercida sobre los alvéolos, que son las células que forman los pulmones. Si la presión atmosférica disminuye, entonces el proceso de captación del aire disminuye, de tal forma que la sangre lleva menos oxígeno al organismo.

Por otra parte, al disminuir la presión del aire que nos rodea, se pierde el equilibrio con la presión interna. Esto hace que desde los capilares y vasos sanguíneos del cuerpo, escapen líquidos y sangre, que se pueden acumular en el cerebro o en el pulmón, produciendo un edema pulmonar o cerebral. Este efecto, tiene los mismos síntomas iniciales del típico mal de altura, sin embargo, puede producir el coma y la muerte.

Los problemas de salud por efectos de la altura, son producidos en su mayoría por falta de aclimatación geográfica por parte de las personas. En efecto, una buena aclimatación a la altura es un proceso que puede llevar varias horas, días o semanas y presenta básicamente dos fases:

➔ En la primera fase, aumenta rápidamente el ritmo cardíaco y el respiratorio, con el objeto de captar mayor cantidad de oxígeno y hacerlo circular más rápidamente con la sangre.

➔ En la segunda fase, en el organismo se produce un aumento progresivo de glóbulos rojos en la sangre, que son las células que captan el oxígeno en los alvéolos pulmonares. Con este mayor número de glóbulos rojos, unidos a un aumento en la frecuencia cardíaca, es posible captar una mayor cantidad de oxígeno y llevarla rápidamente a todo el organismo.

Más información sobre «medicina de altura» y tratamiento de emergencia para los buzos, así como riesgos y medidas de protección, la puede encontrar visitando los siguientes sitios en Internet:  
[www.achs.cl](http://www.achs.cl)  
[www.alemana.cl/reader/alemana/pub/v03/S9701Articulos/S0101200402/news2563.html?page=1](http://www.alemana.cl/reader/alemana/pub/v03/S9701Articulos/S0101200402/news2563.html?page=1)  
[www.directemar.cl](http://www.directemar.cl)



■ *Buzo Quintana Roo, Parque Marino Nacional, México, agosto 2008.*

Del mismo modo que la atmósfera produce una presión sobre las personas, a la que nuestro organismo está adaptado y condicionado, los líquidos también lo hacen sobre nosotros cuando nos sumergimos en ellos. Por ejemplo, cuando un buzo se sumerge a gran profundidad, se expone a una presión bastante alta, a la que su cuerpo debe adaptarse, aumentando la presión interior. Generalmente, cuando un buzo se sumerge, el cuerpo se adapta rápidamente aumentando la presión interior. Sin embargo, al subir bruscamente, la adaptación del cuerpo es más lenta, lo que puede generar problemas similares a los debidos a la altura, es decir, desde una simple cefalea hasta un edema cerebral.

## Para trabajar y reforzar en casa

¿Cuáles son los principales síntomas del mal de altura o soroche?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

¿Cuáles son las causas del mal de altura?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

¿Por qué un buzo que se encuentra a grandes profundidades debe subir lentamente a la superficie?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Síntesis de la unidad



Todo lo que nos rodea en nuestra vida cotidiana, es ni más ni menos que aire, una sustancia material, que nos resulta transparente y liviana. El aire es una mezcla de muchos gases, de los cuales los más abundantes son el nitrógeno y el oxígeno y en su conjunto constituyen la parte gaseosa de la Tierra llamada atmósfera. El aire de la atmósfera es vital para nuestra existencia y el desarrollo de la vida en el planeta.

Debido a la fuerza gravitacional (peso), la atmósfera está permanentemente ejerciendo sobre nosotros y los demás cuerpos que se encuentran sobre la superficie de la Tierra, una presión llamada presión atmosférica. Es importante distinguir que la atmósfera se mantiene unida a la Tierra mediante la fuerza de gravedad o peso, pero la atmósfera no es la responsable del peso.

Los efectos fisiológicos de los bruscos cambios de presión experimentados al realizar actividades a gran altura o profundidad, tienen su origen en el equilibrio que requiere nuestro organismo con la presión atmosférica para desarrollar sus funciones vitales adecuadamente.



■ Barómetro de la estación meteorológica de Ca l'Armús de Badalona, España.  
En: [http://l6.gggpht.com/\\_HA\\_9UKQz8\\_w/S1WjKtXgDI/AAAAAAAC9g/WWWpNUQZ1D/58852166.jpg](http://l6.gggpht.com/_HA_9UKQz8_w/S1WjKtXgDI/AAAAAAAC9g/WWWpNUQZ1D/58852166.jpg).

## Autoevaluación

1. ¿Cómo explicaría el experimento con el que iniciamos esta unidad? ¿qué es lo que sostiene el agua?

---

---

---

2. ¿Por qué cuando subimos rápidamente una cuesta en un vehículo, se nos tapan los oídos?

---

---

---

---

3. ¿De qué manera nuestro organismo reacciona frente a la «puna» o mal de altura?

---

---

---

---

4. Explique con sus propias palabras: ¿por qué cuando un buzo sube bruscamente desde gran profundidad, entre otros efectos, se produce sangramiento nasal?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Bibliografía

- Candel A., Satoca J., Soler J. B., Tent J. J., *Física y química bachillerato 2*, Madrid, Anaya, 1990.
- \_\_\_\_\_, *Física y química bachillerato 3*, Madrid, Anaya, 1990.
- Arriola A., del Barrio J. I., Cañas A., Fernández R. D., y otros. *Física y química energía 2*, Madrid, S.-M., 1992.
- \_\_\_\_\_, *Física y química energía 3*, Madrid, S.M., 1992.
- Mora C., David, Marambio M., Leonos, Rojas S., María Soledad, Di Cosmo T., Mario, *Química 2º*, Santiago de Chile, Ed. Santillana, 2005.
- Contreras, Martín, Letelier, Ricardo, Rojas Mónica, Von Marttens, Hernán, *Ciencias naturales, química 2º año medio*, Santiago de Chile, Ed. Mcgraw-Hill, 2003-2004.
- Santamaría, Francisco, *Química general*, Santiago de Chile, Ed. Universitaria, 2006.
- Grupo Océano, *Química (Atlas visual Océano)*, México, Ed. Océano, 2004.
- Hewit, Paul G., *Física conceptual 2ª edición*, México, Prentice Hall, 1999.
- MacDonald, Simon G., *Física para las ciencias de la vida y de la salud*, México, Fondo Educativo Interamericano, 1978.





■ *En las nubes, foto de autor anónimo, Estados Unidos, 2007*

● **Unidad 2**  
**La presión de los gases**



■ Champagne, [www.photoshoptalent.com/](http://www.photoshoptalent.com/)

# La presión de los gases

## Situemos el tema

### Noticia: «un estallido en la cancha»

Gran sorpresa se llevaron los asistentes a un partido de fútbol en el estadio El Ajial, en la comuna de Curacaví.

Un caluroso domingo de febrero, se jugaba un partido amistoso entre el Deportivo Lolenco y el Club de Fútbol El Ajial. Cuando el juego estaba en la mitad del primer tiempo, uno de los jugadores de la defensa del equipo local, trató de disputar la pelota al centrodelantero visitante, de tal forma que al presionar ambos la pelota, estalló con gran estruendo.

El fuerte ruido, que provocó alarma inicial, fue la causa de un verdadero ataque de risa colectiva de los jugadores y asistentes, suspendiéndose el juego por largos minutos, mientras conseguían otra pelota.

El utilero del equipo local dueño de la pelota, comentó que el estallido se debió a que los jugadores aplicaron mucha fuerza sobre el balón, mientras que el entrenador de El Ajial, acusó al utilero de inflar con demasiado aire la pelota.

Noticia recogida y transmitida oralmente en la zona de Curacaví



■ Disputando la pelota de fútbol, Club Iberia, Federación Catalana de Fútbol, España  
<http://personales.ya.com/iberia/>



Noticias como éstas no sólo nos causan risa, sino que también nos invitan a recordar otras situaciones menos graciosas, como cuando se nos «sube» una bebida al destaparla, debido al gas; o bien, los siempre temidos reventones de neumáticos. En nuestro partido de fútbol, la ruptura de la pelota podría deberse a diferentes factores, tal como lo señalaban los protagonistas de la noticia: exceso de fuerza aplicada, inflarla con mayor presión de la requerida, aumento de la temperatura o, simplemente, fatiga de material. Sin embargo, en cualquiera de los casos anteriores, la ruptura se produjo porque el aire en el interior, ejerce fuerza excesiva sobre el balón.

De acuerdo a esto podemos preguntarnos:



¿Cómo ejerce fuerza el aire, si es un gas y, por tanto, no tiene «cuerpo»?

Pues bien, al igual que en el fenómeno de la presión atmosférica, todos los gases pueden ejercer fuerzas a través de la presión.



**¿Qué son los gases?**

La materia, que es todo lo que posee masa y ocupa lugar en el espacio, se presenta básicamente en tres formas o estados de agregación: sólido, líquido y gaseoso.

■ Matraz en ebullición.

Esquema molecular de los sólidos



## Sólido

■ Escultura en hierro de Alexander Calder, *Sache*, Francia, foto Gjon Mili, 1968, Life.

**Los sólidos:** son cuerpos que están constituidos por moléculas individuales, que se encuentran unidas entre sí a través de las fuerzas de atracción o cohesión, que impiden que se separen. De acuerdo con esto, un sólido tiene un volumen o tamaño definido. Un pedazo de hierro a temperatura ambiente tiene una forma y un tamaño que no cambia.

Al estar las moléculas del sólido muy juntas, tienen poco espacio para moverse y son difíciles de comprimir, es decir, es difícil «apretarlas» mecánicamente para disminuir su volumen.

**Un líquido:** es una sustancia que está formada por moléculas que están unidas entre sí, por lo que no pueden acercarse más; sin embargo, se desplazan constantemente unas sobre otras, haciendo que éste cambie de forma. Los líquidos son fluidos, porque no tienen forma propia, sino que adoptan la forma del recipiente que los contiene.

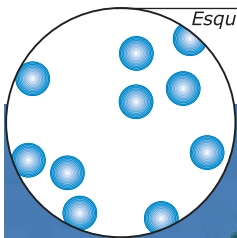
Al igual que los sólidos, tienen un volumen constante cuando la temperatura no cambia. Las fuerzas de cohesión en el líquido son de menor intensidad que en el sólido.

## Líquido



■ Gotas de agua en ducha, foto Alex France, Reino Unido.

Esquema molecular de los líquidos



Esquema molecular del gas



■Globo aerostático, foto Jürgen Eixelsberger, Austria.





## Gaseoso

**En un gas:** las fuerzas de cohesión son extremadamente débiles, de tal forma que las moléculas se mueven muy rápido y en cualquier dirección, tratando de abarcar todo el espacio disponible (a esta propiedad se le llama difusión). Los gases no tienen forma ni volumen definido, sino que sus partículas pueden incluso considerarse cuerpos libres que se mueven desordenadamente. Cuando una porción de gas es confinada en un recipiente cerrado, es posible comprimirla, es decir, disminuir su volumen ejerciendo fuerza sobre las paredes del recipiente, como ocurre cuando apretamos un globo inflado con aire.

Existe un cuarto estado de la materia llamado plasma, que se forma a temperaturas y presiones extremadamente altas, haciendo que los impactos entre los electrones sean muy violentos, separándose del núcleo y dejando sólo átomos dispersos. El plasma, es así, una mezcla de núcleos positivos y electrones libres, que tiene la capacidad de conducir electricidad. Un ejemplo de plasma presente en nuestro universo es el Sol.

## Actividad para discutir y trabajar en clase

Complete los siguientes recuadros señalando diferencias y semejanzas entre los diferentes estados de la materia.

Estado sólido	Estado líquido	Estado líquido	Estado gaseoso
			
Se asemejan en:		Se asemejan en:	
Se diferencian en:		Se diferencian en:	
			



## La presión

Sabemos que la presión está relacionada con la fuerza, sin embargo, no son lo mismo:



**Se denomina presión a la fuerza ejercida por unidad de superficie.**

Por ejemplo, si alguien nos da un pisotón en un baile, sentimos menos dolor cuando nos pisa con la planta de una zapatilla, que si nos pisa con un «taco de aguja» que es muy delgado. Del mismo modo, cuando los trabajadores se suben a un techo para arreglarlo, ponen tablonces para no romper las tejas o las planchas de fibrocemento.



■ Zapato rojo, foto RoOoOo, España, 2008.

**No es lo mismo que nos pisen con tacos que con zapatillas.**



■ Zapato, foto macxoom, Argentina, 2007.

Cuando un trabajador se para sobre sus pies en el tejado, está concentrando todo el peso en un reducido espacio; en cambio, cuando se para sobre un tablón, su peso se distribuye sobre una superficie mayor, de tal forma que no se hunde. La presión en el primer caso es mayor que en el segundo, ya que operacionalmente, la presión se define como:



$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Área}}$$

$$P = \frac{F}{A}$$



■ Distribución del peso reparando techos, foto Kevin Standlee, Oregon, USA.

La unidad de medida de la presión es el pascal que se abrevia (Pa).

Respecto de la unidad llamada pascal, es conveniente señalar que las fuerzas se miden en una unidad llamada newton (N) y el área en metros cuadrados ( $m^2$ ), por lo tanto:

$$1 \text{ pascal (Pa)} = \frac{N}{m^2}$$

## Los gases y la presión

Si recordamos la noticia con la que iniciamos esta unidad, podemos decir que en ese caso el aire contenido en el interior de la pelota ejerció tanta presión sobre ésta, que finalmente la rompió. ¿Cómo ocurre esto? Pues el aire, al igual que cualquier gas está compuesto por partículas (moléculas) que se mueven tratando de abarcar todo el espacio disponible. Cuando el gas está confinado a un recipiente cerrado, su volumen no puede aumentar y las partículas que se mueven permanentemente chocan con las paredes de dicho recipiente, ejerciendo fuerza y por tanto presión.

### Entonces, ¿por qué no revientan los neumáticos?

Simplemente porque no todos los gases ejercen la misma presión. En efecto, los neumáticos están diseñados para soportar hasta cierto límite de presión. Si ésta es superada, entonces el material se fatigará y se romperá. En el caso de nuestra noticia, «algo» debe haber provocado un aumento excesivo de la presión interna y la pelota se reventó.

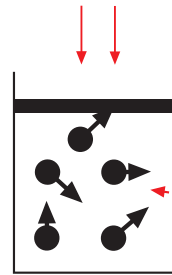
Ese «algo» que hizo variar la presión en el aire contenido en la pelota, es muy probable que haya sido la temperatura, que a su vez hizo aumentar el volumen del gas. En efecto, tal como veremos a continuación, hay dos factores que influyen en la presión ejercida por un gas sobre las paredes del recipiente que lo contiene: el volumen y la temperatura.

## Presión y volumen

Supongamos que tenemos cierta cantidad de gas en un recipiente cerrado, pero con una tapa que se puede desplazar. El gas ejercerá en la tapa presión y aumentará su volumen hasta quedar equilibrada su presión con la presión atmosférica, tal como muestra la figura:



En estas condiciones, la presión ejercida por el gas es  $P_0$  y su volumen  $V_0$



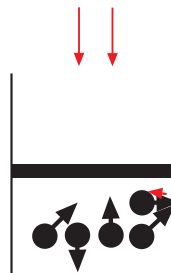
La presión atmosférica es equilibrada con la presión que ejerce el gas sobre las paredes y la tapa del recipiente

Moléculas de gas moviéndose desordenadamente ejercen presión sobre el recipiente

Si mediante una fuerza externa empujamos la tapa del recipiente, disminuyendo el volumen a la mitad ( $V_0/2$ ), entonces las moléculas tendrán menos espacio y chocarán mucho más contra las paredes del recipiente, aumentando así la presión. En efecto, se ha demostrado experimentalmente que si el volumen disminuye a la mitad ( $V_0/2$ ), entonces la presión aumenta al doble ( $2P_0$ )



En estas condiciones, la presión ejercida por el gas es  $2P_0$  y su volumen  $V_0/2$



En esta situación, la presión ejercida en el interior del recipiente es mayor que la presión atmosférica, por lo tanto ya no hay equilibrio y son las paredes las que tienen que ayudar a equilibrar las presiones

Moléculas de gas moviéndose desordenadamente ejercen mayor presión sobre el recipiente

Este fenómeno, fue descubierto por el científico irlandés **Robert Boyle** quien estableció una ley llamada **Ley de Boyle**. Dicha ley plantea que en un recipiente cerrado, la presión ejercida por el gas confinado en él es inversamente proporcional a su volumen:



■ Robert Boyle, químico anglo-irlandés, 1627-1691.

$$\begin{aligned} &(\text{Volumen}) \cdot (\text{Presión}) = \text{Constante} \\ &V \cdot P = \text{Constante} \end{aligned}$$

Esto significa que, a menor volumen mayor presión, y viceversa. Por ejemplo, si el volumen disminuye a la tercera parte, la presión se triplica; si el volumen aumenta cuatro veces, la presión disminuye a la cuarta parte.

## Actividad para discutir y trabajar en clase

1. En un recipiente de  $500 \text{ cm}^3$ , se encuentra confinado cierto gas con una presión de  $300 \text{ Pa}$ .
  - a) Si se comprime el gas hasta que su volumen alcanza los  $100 \text{ cm}^3$ , ¿cuál es el valor de la presión con que queda el gas?

---

---

---

---

- b) Si el recipiente aumenta de volumen hasta los  $1000 \text{ cm}^3$ , ¿cuál es la presión con que queda el gas?

---

---

---

---

---

---

2. De acuerdo a lo visto en este último tema, ¿cuál podría ser una de las causas del reventón de la pelota de la noticia inicial?

---

---

---

---

---

---

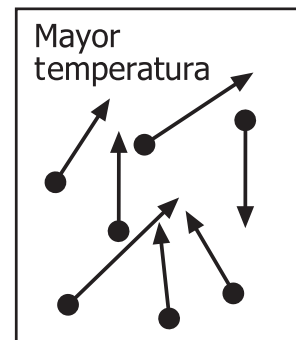
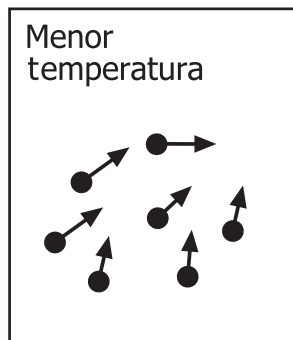
## Presión y temperatura

Otro de los factores que influye en la presión de un gas, es la temperatura de éste. Sin embargo, antes de referirnos a ello, es conveniente definir brevemente este concepto.

La temperatura es más que la sensación de «frío» o «calor», sino que es una **medida** de la agitación de las partículas de una sustancia.

### ¿Qué significa esto?

Supongamos que tenemos dos porciones del mismo líquido (o gas) a diferente temperatura, es decir, una de ellas está «más caliente que la otra». Esta sensación, se debe a que las moléculas de la porción de sustancia que está a mayor temperatura se mueven con mayor velocidad:



## ¿Cómo se mide la temperatura?

La temperatura se mide mediante una propiedad de la materia llamada dilatación. En efecto, la mayoría de las sustancias, al aumentar su temperatura, aumentan sus dimensiones (ya que sus partículas se mueven con mayor velocidad y se separan más). Los termómetros clásicos son artefactos que consisten en tubos muy finos (capilares) que contienen mercurio, que es una de las sustancias en las que la dilatación es muy notoria.



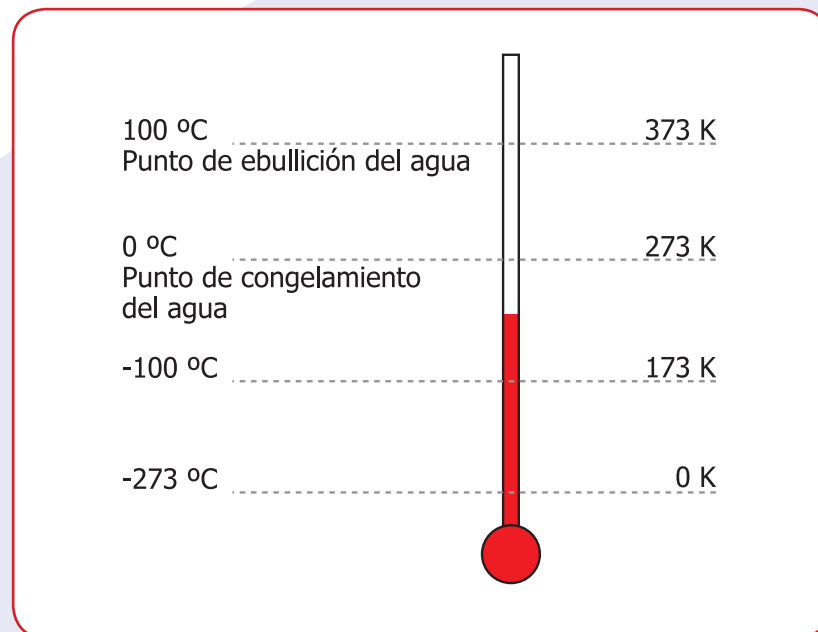
■ Termómetro

Líquido termométrico, usualmente mercurio, dada su alta capacidad de dilatación.

La escala de temperaturas más usada es la escala Celsius o centígrada, que toma como referencia la temperatura de congelamiento del agua (0 °C) y la temperatura de ebullición del agua (100 °C). Además de esta escala, existe la escala absoluta o escala Kelvin, que tiene la particularidad de considerar un valor llamado Cero Absoluto, que es la temperatura más baja que puede existir en la naturaleza. En efecto, esta escala no tiene valores negativos, ya que considera que el cero absoluto (o cero kelvin) es el punto en el cual las partículas de una sustancia no tienen movimiento alguno, ni de traslación (como en los líquidos o gases) ni tampoco de vibración o rotación (como en los sólidos).



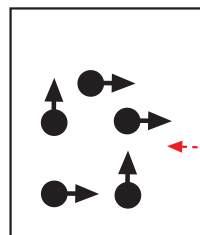
El cero kelvin o cero absoluto, equivale aproximadamente a  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$  (o  $273\text{ }^{\circ}\text{C}$  bajo cero). En la figura se ilustran las equivalencias entre ambas escalas.



### ¿Cuál es la relación entre la presión de un gas y su temperatura?

Supongamos que en un recipiente cerrado tenemos una cantidad definida de moléculas de cierto gas, las que ocupan cierto volumen  $V_0$  y tienen cierta temperatura  $T_0$  (medida en kelvin). Debido al movimiento de sus partículas, el gas ejerce cierta presión  $P_0$  sobre las paredes del recipiente.

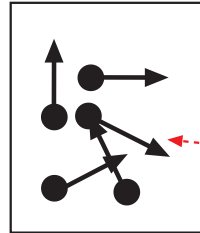
En estas condiciones, la presión ejercida por el gas es  $P_0$  y su temperatura es  $T_0$



Moléculas de gas moviéndose desordenadamente ejercen presión sobre el recipiente

Si por alguna razón aumentamos la temperatura del sistema (sin variar el volumen del gas), entonces las partículas se moverán cada vez más rápido y, por lo tanto, sus choques sobre las paredes serán más intensos, aumentando la presión. En efecto, si la temperatura se duplica a un valor  $T_0$ , experimentalmente, se comprueba que la presión también se duplica y queda con un valor  $2P_0$ .

En estas condiciones, si la temperatura aumenta a  $2T_0$ , la presión aumenta a  $2P_0$



Moléculas de gas moviéndose desordenadamente ejercen presión sobre el recipiente

Esta ley, descubierta por un científico francés, se denomina **Ley de Charles**. Establece que la presión ejercida por un gas en un recipiente con volumen constante, es directamente proporcional a su temperatura. Es decir, si la temperatura aumenta, la presión aumenta en la misma proporción.

Es muy importante señalar que esta ley se cumple siempre que la temperatura esté medida en Kelvin, no en grados Celsius.



$$\frac{\text{Presión}}{\text{Temperatura (kelvin)}} = \text{Constante}$$

$$\frac{P}{T} = \text{Constante}$$

Por ejemplo, si la temperatura se triplica, entonces la presión se triplica. Si la temperatura disminuye a la mitad, la presión disminuye a la mitad.



Agua congelada, foto Christopher Mazzoli, paoli, pa, USA. ■

## Actividad para discutir y trabajar en clase

1. La temperatura corporal promedio de un ser humano es de  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ¿a cuánto equivale esta temperatura medida en kelvin?

---

---

---

---

---

---

2. Normalmente los recipientes que contienen desodorantes u otros productos en aerosol tienen una inscripción que dice: «No exponer de manera directa al sol ni a temperaturas superiores a  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .» ¿A qué se debe esta advertencia?

---

---

---

---

---

---

3. ¿Qué otra explicación es posible dar para el accidente de la pelota de la noticia inicial?

---

---

---

---

---

---

## El modelo cinético molecular de los gases

El análisis que hemos hecho en esta unidad para explicar la presión ejercida por un gas, y describir la relación entre la presión, la temperatura y el volumen, se basan en un modelo, es decir, en una forma de representar la naturaleza, denominado modelo cinético molecular de los gases. De acuerdo a este modelo, los gases están constituidos por pequeñas esferas idénticas (moléculas), que se mueven con velocidades diferentes cada una.

El modelo supone que no hay ninguna unión entre las esferas y éstas chocan permanentemente entre ellas (totalmente al azar) y con las paredes del recipiente. En este proceso, además, la energía se transfiere de una a otra, pero en general la energía del gas se conserva constante (el total).



■ *Nubes fantasmas, imagen Lars Sundström, Suecia, 2007.*

## Síntesis de la unidad

Los gases constituyen uno de los estados de la materia.

Su comportamiento se describe mediante un modelo cinético molecular, que supone al gas compuesto por diminutas partículas (moléculas) que se mueven al azar, chocando entre ellas y con las paredes del recipiente que las contiene.

La rapidez con que se mueven las moléculas del gas, está determinada por la temperatura de éste. Es decir, mientras mayor sea la temperatura, mayor es la agitación de las moléculas en el interior del recipiente.

La presión ejercida por el gas sobre las paredes del recipiente corresponde a la fuerza ejercida por unidad de superficie, debido a los choques de las partículas.

Mientras más alta sea la temperatura, la velocidad de las partículas será mayor y los choques más intensos. Por lo tanto, a mayor temperatura, mayor presión.

Si se disminuye el volumen donde está contenido el gas sin alterar la temperatura, aumenta la cantidad de choques debido a que las mismas partículas quedan más cerca unas de otras. Esto también provoca que la presión aumente.

Termómetro, foto Yaroslav B., Moscú, Rusia



3. Respecto de la situación anterior (pregunta 2): ¿qué pasará con el volumen y la presión ejercidos sobre las paredes del recipiente?

---

---

---

---

4. De acuerdo al modelo cinético molecular, la temperatura es un indicador de la velocidad promedio de las partículas de un gas. Suponga que tiene dos recipientes cerrados idénticos, que poseen diferente cantidad de moléculas del mismo gas. Uno de ellos está a mayor temperatura que el otro.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

a. Si tomamos una molécula de cada recipiente y comparamos sus respectivas energías (promedio), ¿cuál de ellas es mayor?

---

---

---

---

---

b. ¿Cuál de los dos recipientes tiene mayor cantidad de energía en total?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

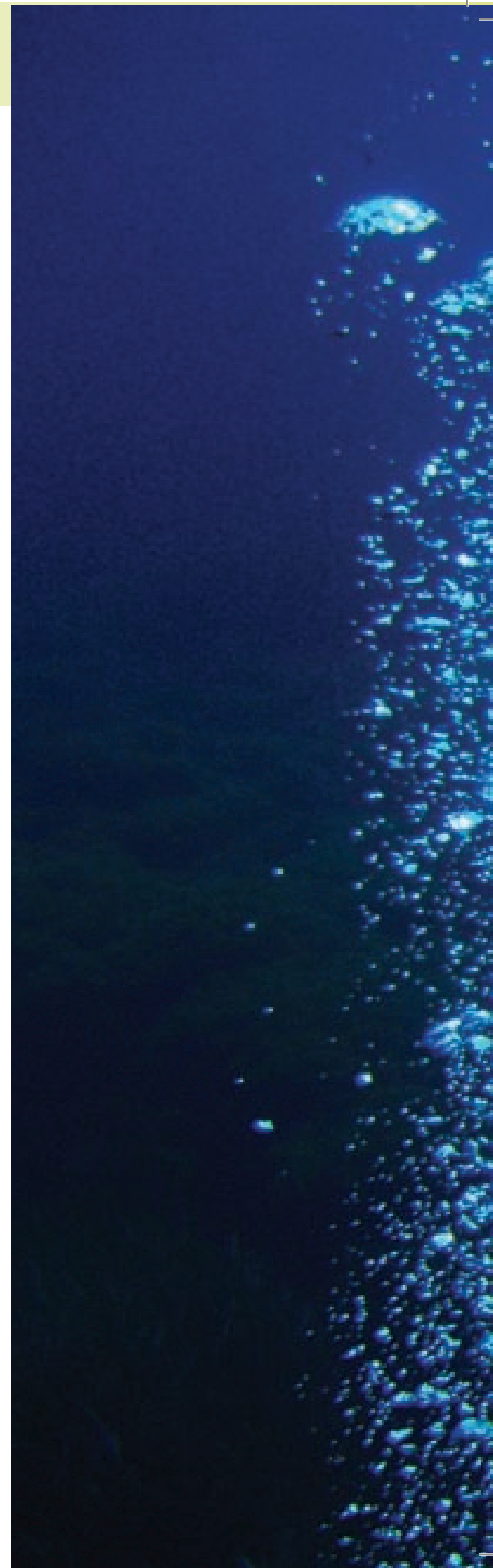
---





## Bibliografía

- Candel A., Satoca J., Soler J. B., Tent J. J, *Física y química bachillerato 2*, Madrid, Anaya, 1990.
- \_\_\_\_\_, *Física y química bachillerato 3*, Madrid, Anaya, 1990.
- Arriola A.; del Barrio J. I.; Cañas A.; Fernández R. D. y otros. *Física y química energía 2*, Madrid, S.-M., 1992.
- \_\_\_\_\_, *Física y química energía 3*, Madrid, S.-M., 1992.
- Mora, Daniel, Marambio, Leonor, Rojas, María Soledad, Di Cosmo, Mario, *Química 2º*, Santiago de Chile, Ed. Santillana, 2005.
- Contreras, Martín, Letelier, Ricardo, Rojas, Mónica, Von Marttens, Hernán, *Ciencias naturales, química 2º año medio*, Santiago de Chile, Ed. McGraw-Hill, 2003-4.
- Santamaría, Francisco, *Química general*, Santiago de Chile, Ed. Universitaria, 2006.
- Chang, Raymond, *Química 1ª edición*, México, McGraw-Hill, 1992.
- Grupo Océano, *Química (Atlas visual Océano)*, México, Ed. Océano, 2004.
- Hewit, Paul G., *Física conceptual 2ª edición*, México, Prentice Hall, 1999.
- Ibáñez, Fernando, *El enlace químico*, Santiago de Chile, Ed. Universidad Católica de Chile, 1996.





■ *Burbujas debajo del agua, foto Konrad Mostert, Alemania, 2008*

● **Unidad 3**  
**Contaminación atmosférica**

■ *Chimeneas contaminantes, foto Nicky Bobby, Bulgaria, 2009.*

# La contaminación atmosférica

## Situemos el tema



Imagine que usted vive cerca del mar, en un poblado pequeño. Viaja a una gran ciudad, y luego de unos cuantos días, comienza a notar que siente más cansancio del acostumbrado. Comunica su sensación de cansancio a algún amigo en dicha ciudad y éste, tranquilamente, le responde: «Ah, no te preocupes, es el aire».

### ¿Qué es la contaminación del aire?

«Contaminación del aire puede definirse como cualquier condición atmosférica en que ciertas sustancias alcanzan concentraciones lo suficientemente elevadas sobre su nivel ambiental normal, lo que puede producir un efecto negativo en las personas, en los animales y en la vegetación.»

[www.sesma.cl](http://www.sesma.cl)

A diferencia de lo que ordinariamente pensamos, la contaminación atmosférica es un fenómeno que no sólo consiste en la emisión de sustancias o gases como el smog, (en el caso del ejemplo) sino que, en general, son alteraciones en la atmósfera que pueden producir efectos negativos sobre los organismos.

La contaminación del aire tiene dos orígenes muy diferentes, pero igualmente nocivos para el ambiente. Así, tal como veremos a continuación, la contaminación puede tener causas naturales como artificiales.

## La contaminación natural del aire

La contaminación natural del aire se produce básicamente por tres fenómenos:

### ► Erupciones volcánicas

La columna vertebral de nuestro continente está constituida por la cordillera de Los Andes, una formación montañosa joven que presenta gran actividad volcánica. De hecho, cada cierto tiempo, la Oficina Nacional de Emergencia e Inundaciones, nos informa de situaciones de alerta debido a que un determinado volcán ha entrado en actividad (por ejemplo, volcanes como el Lonquimay o el Villarrica).

Cuando un volcán entra en actividad, suele expeler a la atmósfera una gran cantidad de materiales gaseosos como hidrógeno (combustible), dióxido de carbono y metano (combustible) y una serie de otros gases ricos en azufre, cloro y flúor. Dentro de estos materiales gaseosos, también hay grandes cantidades de vapor de agua que al condensarse en la atmósfera, se mezclan con el azufre, produciendo posteriormente lluvias ácidas que dañan la vegetación y, además, dejan secos y estériles grandes extensiones de terreno.

■ Vista del cráter de un volcán, foto Zsolt Zátrok Dr., Hungría, 2008.

También expulsa grandes cantidades de lava, que no es otra cosa que rocas fundidas a más de 1.500 °C, que al deslizarse por el suelo queman todo a su paso. Además, expulsa materiales sólidos como rocas y una gran cantidad de ceniza, que daña los cultivos y los bosques.

## ► Vientos fuertes

Cuando hay temporales o tormentas, el viento levanta gran cantidad de material particulado que queda en suspensión y que, al ser inhalado, genera serios problemas respiratorios.

## ► Incendios forestales

Otra fuente de contaminación natural la constituyen los incendios forestales que se producen en forma natural y espontánea. En ellos se produce una gran cantidad de material particulado y dióxido de carbono, como resultado de la combustión.



■ Devastador incendio forestal, foto Ilona Burgers, Holanda, 2009.

## La contaminación artificial

El acelerado ritmo del desarrollo industrial y tecnológico de la humanidad en el último siglo, debido a la falta de un control adecuado, ha traído variadas consecuencias negativas para la preservación de la atmósfera. El aumento de contaminantes como óxidos y otros compuestos emitidos por las industrias y los vehículos motorizados, originan la conocida lluvia ácida que tanto daño produce al medio natural. En general, el desarrollo de una economía e industria basadas en los combustibles fósiles (principalmente petróleo y carbón), así como su uso indiscriminado desde fines del siglo XIX, han producido un progresivo aumento de la presencia de dióxido de carbono en la atmósfera, lo que no sólo genera problemas respiratorios sino que contribuye directamente al efecto invernadero y, por consiguiente, al llamado cambio climático.



■ Efecto invernadero, contaminación, Foto Gary Tamin, Jakarta, Indonesia, 2008.

### ► Contaminación primaria

Este tipo de contaminación se produce cuando los contaminantes pasan directamente a la atmósfera desde la fuente que los produce, como las chimeneas de las industrias, automóviles, chimeneas caseras, etc. La mayoría de la contaminación primaria se produce por la combustión del carbón, la leña, gas metano, petróleo y sus derivados como la parafina y la bencina.

Cuando se logra una combustión perfecta, el combustible se quema y produce como resultado dióxido de carbono gaseoso, vapor de agua, luz y calor. Sin embargo, cuando la combustión no es perfecta (como en la mayoría de los casos), por factores como las impurezas del combustible, temperaturas demasiado bajas o demasiado altas, o falta de oxígeno, aparecen como resultado otros «subproductos» mucho más perjudiciales que contaminan directamente el aire, como el monóxido de carbono, hidrocarburos parcialmente quemados y material particulado como carboncillos u hollín. También produce óxidos de azufre y de nitrógeno.

## ► Contaminación secundaria

Este tipo de contaminación se produce por la transformación que experimentan los contaminantes primarios en la atmósfera. Es importante señalar que el nombre de secundario se debe a que el contaminante sufre transformaciones, pero es incorrecto pensar que este tipo de contaminación es menos dañino.



■ Esmog en Santiago de Chile. [www.ufz.de/data/santiago\\_luftbild4868.jpg](http://www.ufz.de/data/santiago_luftbild4868.jpg).





■ Efecto de la lluvia ácida en los campos. foto Julia Starr, Estados Unidos, 2009.

Una de las formas de contaminación secundaria es el esmog producido por la acción de la luz solar sobre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos parcialmente quemados. La radiación transforma estos compuestos generando entre otras sustancias, el **ozono** ( $O_3$ ), que aunque es necesario en la atmósfera para filtrar rayos UV, a nivel del suelo es altamente tóxico para las personas y los demás seres vivos. También constituye contaminación secundaria la interacción que se produce en la atmósfera entre los óxidos de azufre y nitrógeno con el vapor de agua, que se combinan y forman ácidos que precipitan, generando lo que conocemos como lluvia ácida. Esta forma de contaminación arrasa con bosques y pastizales, secándolos por completo.

Hay dos efectos también de la contaminación secundaria que veremos más adelante: el efecto invernadero y el adelgazamiento de la capa de ozono.

## Actividad para discutir y trabajar en clase

Identifique en su comunidad agentes contaminantes del aire y señale cuáles son sus principales efectos sobre el entorno:

### Fuentes contaminantes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Efectos en el entorno

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud

### Contaminante

### Efectos sobre la salud humana

Monóxido de carbono (CO).

Este compuesto forma *complejos* con la hemoglobina e impide que llegue oxígeno desde los pulmones al resto del cuerpo. Su inhalación produce somnolencia, mareos, náuseas y dolor de cabeza. Puede producir coma respiratorio y la muerte.

Gases con azufre.

Producen severas irritaciones en las mucosas y en el sistema respiratorio.

Gases con nitrógeno.

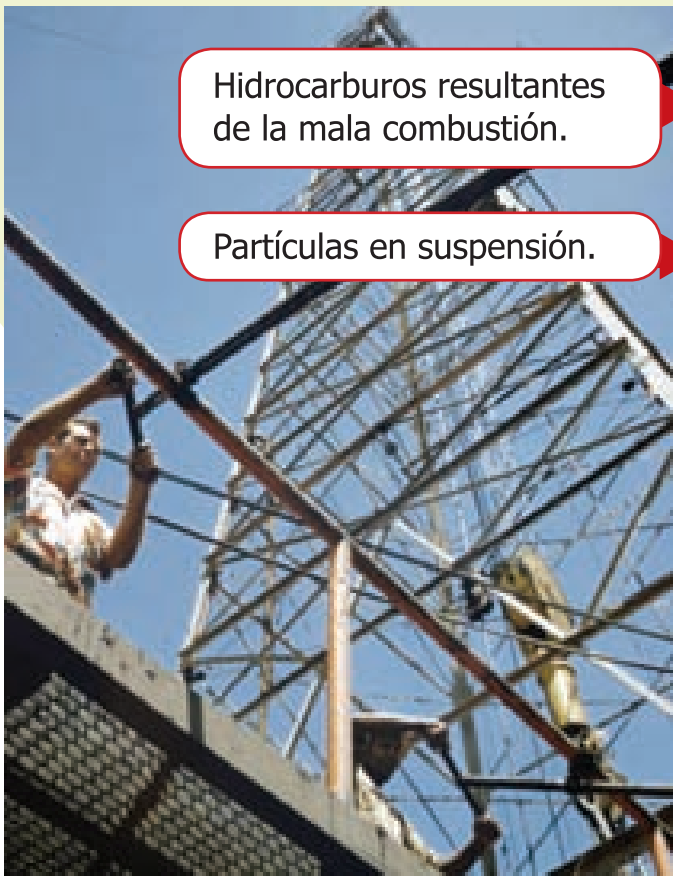
Producen desde irritaciones a una congestión pulmonar severa.

Hidrocarburos resultantes de la mala combustión.

Son en su mayoría cancerígenos.

Partículas en suspensión.

Altamente peligrosas, penetran el pulmón disminuyendo la capacidad respiratoria y la capacidad de defensa de estos órganos frente a los demás contaminantes.



■ Buscando petróleo, Chile, foto Ralph Crane, 1950, LIFE.

## Efecto invernadero

El efecto invernadero o calentamiento global del planeta, con el subsecuente cambio climático, es un tema que ha estado muy presente en el debate ambiental durante los últimos años.

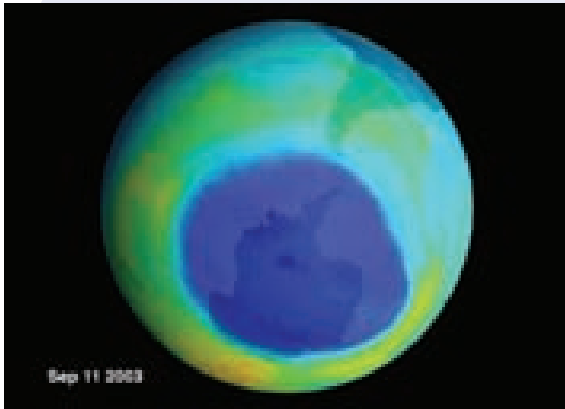
En efecto, el documental *Una verdad incómoda* del norteamericano Al Gore, ha sido visto en gran parte del mundo. En él se muestra de manera dramática cómo las excesivas emisiones del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y metano ( $\text{CH}_4$ ), entre otros gases, están produciendo cambios en el ambiente que no sólo amenazan a una zona geográfica sino que a todo el mundo.



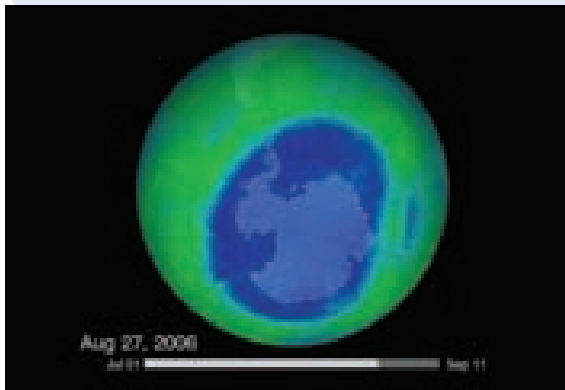
■ Efecto invernadero. [www.portalplanetasedna.com.ar/efecto\\_invernadero1.htm#efe](http://www.portalplanetasedna.com.ar/efecto_invernadero1.htm#efe).

Las condiciones para la vida en el planeta se deben en gran medida a este efecto, ya que la atmósfera terrestre actúa como un techo, manteniendo una temperatura promedio adecuada para el desarrollo de animales y vegetales.

### Disminución de la capa de ozono



■ Capa de ozono, foto NASA, 2003.

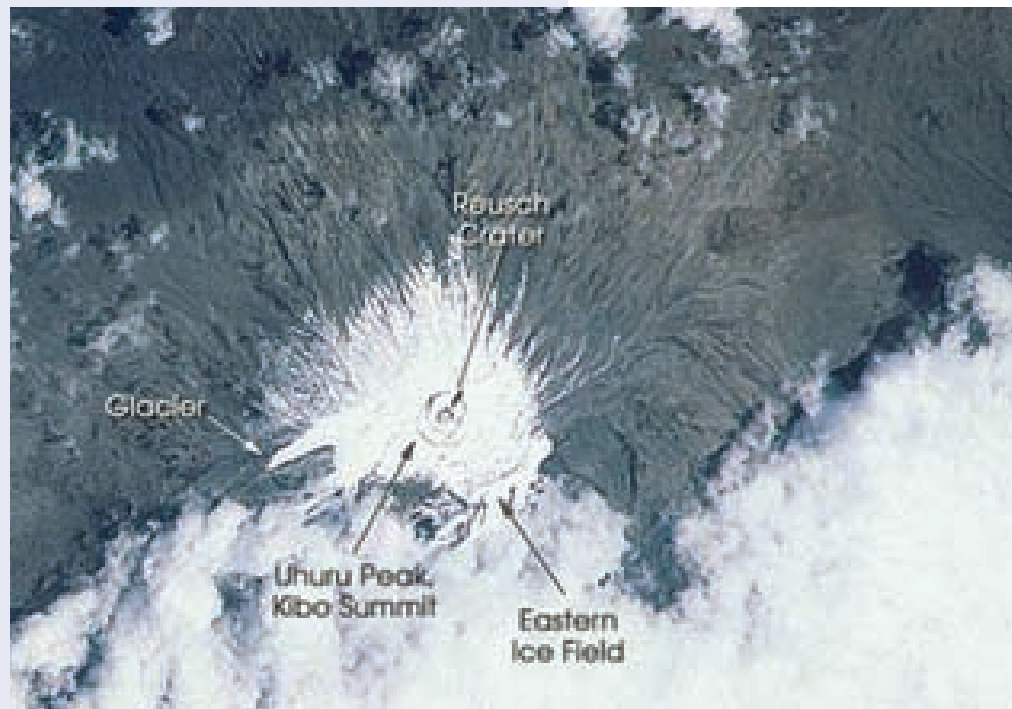


■ Capa de ozono, foto NASA, 2006.

Es importante señalar que desde la formación de la atmósfera, ésta ha actuado como un verdadero invernadero, regulando la temperatura del planeta y permitiendo de esta forma el desarrollo de la vida. El efecto es el siguiente: la radiación proveniente del Sol penetra en la atmósfera e irradia la superficie del planeta, entregándonos luz y calor, necesarios para la sustentación de la vida animal y vegetal. Si la Tierra absorbiera toda la radiación proveniente del Sol, el planeta aumentaría enormemente su temperatura y la vida no sería posible. La Tierra, entonces, refleja y también emite parte de esta radiación, pero con menor energía, para así mantener cierto equilibrio. La atmósfera actúa como un techo, impidiendo que toda la radiación proveniente de la Tierra se devuelva al espacio, manteniendo así una temperatura apropiada para la vida. Lo mismo ocurre en la noche de tal forma que la energía queda «atrapada» en nuestro planeta, al igual como sucede en un invernadero de plantas. Si esto no ocurriera, las noches serían extraordinariamente frías y la vida no sería posible.

El efecto anterior, tan beneficioso para nosotros, hoy día se ha transformado en un serio problema que amenaza incluso nuestra supervivencia, ya que las grandes emisiones y acumulación de  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$  en la atmósfera, junto a otros gases llamados gases de invernadero, han aumentado de manera excesiva este efecto, de tal forma que la gran cantidad de energía radiante «atrapada» en el planeta será cada vez mayor, aumentando la temperatura promedio en la Tierra.

## Muestra de la disminución de los glaciares.



■ Monte Kilimanjaro, Tanzania, 1990, Foto NASA.



■ Monte Kilimanjaro, Tanzania, 2000, Foto NASA.

Este aumento de temperatura (calentamiento global), puede tener consecuencias desastrosas para la naturaleza y la humanidad, como por ejemplo:

➔ Cambio de los patrones climáticos en todo el mundo.

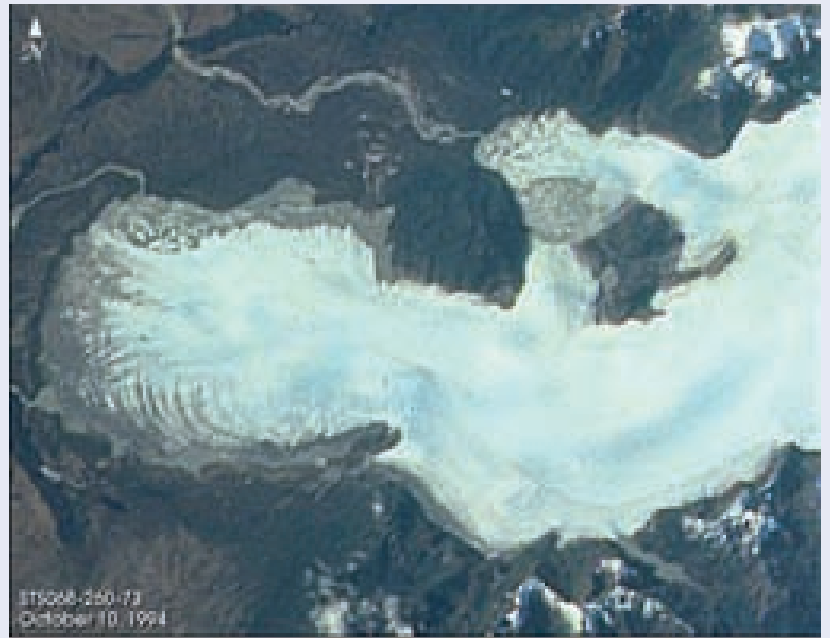
➔ Evaporación de lagos y ríos.

➔ Derretimiento de glaciares y casquetes polares, con la consecuente pérdida de recursos hídricos.

➔ Aumento del nivel del mar.

➔ Alteración del ecosistema en todo el mundo.

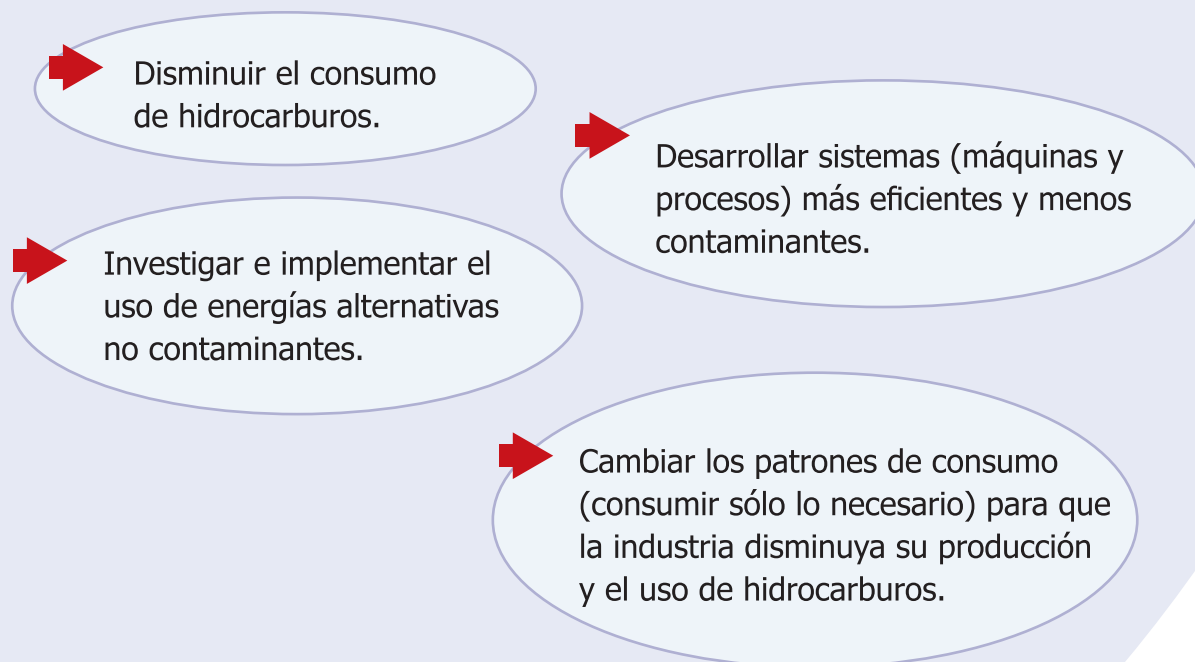
➔ Desaparición de especies vegetales y animales.



■ Disminución del Glaciar San Quintín, frente al Golfo de Penas, Chile. Comparación entre 1994 y 2002, foto NASA.

Afortunadamente, hoy día hay mayor conciencia y movimientos activos para revertir esta situación. De esta manera, se han hecho tratados internacionales (como el protocolo de Kioto) que buscan alinear a todas las naciones del mundo en la lucha contra el calentamiento global; sin embargo, es complejo el panorama, ya que desde la revolución industrial, la economía mundial y la industria han estado basadas en la utilización de combustibles fósiles (petróleo y carbón), cuyo uso produce gases de invernadero.

Entre algunas medidas que se proponen actualmente para disminuir los efectos del calentamiento global están:





## Actividad para discutir y trabajar en clase

Actualmente se discute si los países en vías de desarrollo deben o no adherir a estas medidas que apuntan a la disminución de gases de invernadero. En efecto, muchos afirman que son sólo los países ricos los que deben preocuparse del tema ya que han contaminado durante más tiempo que los otros y cuentan con tecnologías más avanzadas.

A continuación, proponga argumentos para las dos posturas:

Los países en vías de desarrollo, o pobres, no deben frenar sus industrias, ya que deben crecer y mejorar la calidad de vida de todos sus ciudadanos.

El calentamiento global afecta a todos, no importa si son países pobres o ricos, y deben aportar por igual a disminuir el efecto invernadero.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Adelgazamiento de la capa de ozono

A una altura de 25 km sobre la superficie de la Tierra, se encuentra una zona de la atmósfera llamada «**capa de ozono**», que consiste en una delgada capa de gas, cuyo espesor es del orden de un centímetro. Esta capa de ozono, cumple la delicada función de filtrar gran cantidad de radiación solar nociva para la salud de plantas y animales; especialmente se encarga de filtrar los rayos ultravioleta (UV).

El ozono ( $O_3$ ) es un compuesto cuyas moléculas están formadas por tres átomos de oxígeno. Éste se crea en la estratósfera donde los rayos solares de energía golpean a las moléculas de  $O_2$  y causan que la molécula se divida en dos átomos de oxígeno (O). Si uno de los átomos se encuentra con otro  $O_2$  se une con él formando ozono ( $O_3$ ).

La principal característica del ozono, es que se trata de una molécula inestable, que se encarga de filtrar los rayos UV. En efecto, cuando la radiación UV choca con el ozono, esta molécula absorbe su energía y la emplea en separarse nuevamente en sus componentes iniciales  $O_2$  y O.



■ Solarium, emisor de rayos ultravioleta, foto Adem Kaya, Turquía, 2006.

De esta manera, se forma un proceso continuo denominado «**ciclo del ozono y oxígeno**», el que provoca la formación de la capa en la estratósfera. De esta forma, la capa de ozono debería mantenerse relativamente constante en torno al planeta.

Las actividades industriales, especialmente en el ámbito de la refrigeración, han hecho que en el último tiempo haya aumentado la cantidad de emisiones de compuestos clorofluorcarbonados (CFC), los que también se utilizan como impulsores o propelentes en aerosoles y extintores. Estos compuestos, al subir a la atmósfera, rompen las moléculas de ozono alterando el ciclo del ozono y el oxígeno. De esta forma, el ozono no se recupera a la misma velocidad que se desintegra, lo que provoca un aumento de la radiación ultravioleta que ingresa al planeta con los consecuentes riesgos para la salud humana.

## Consecuencias para la naturaleza y la salud humana

El cáncer a la piel es una de las enfermedades más frecuentes a nivel mundial, ocupando el 10 % de todos los cánceres.

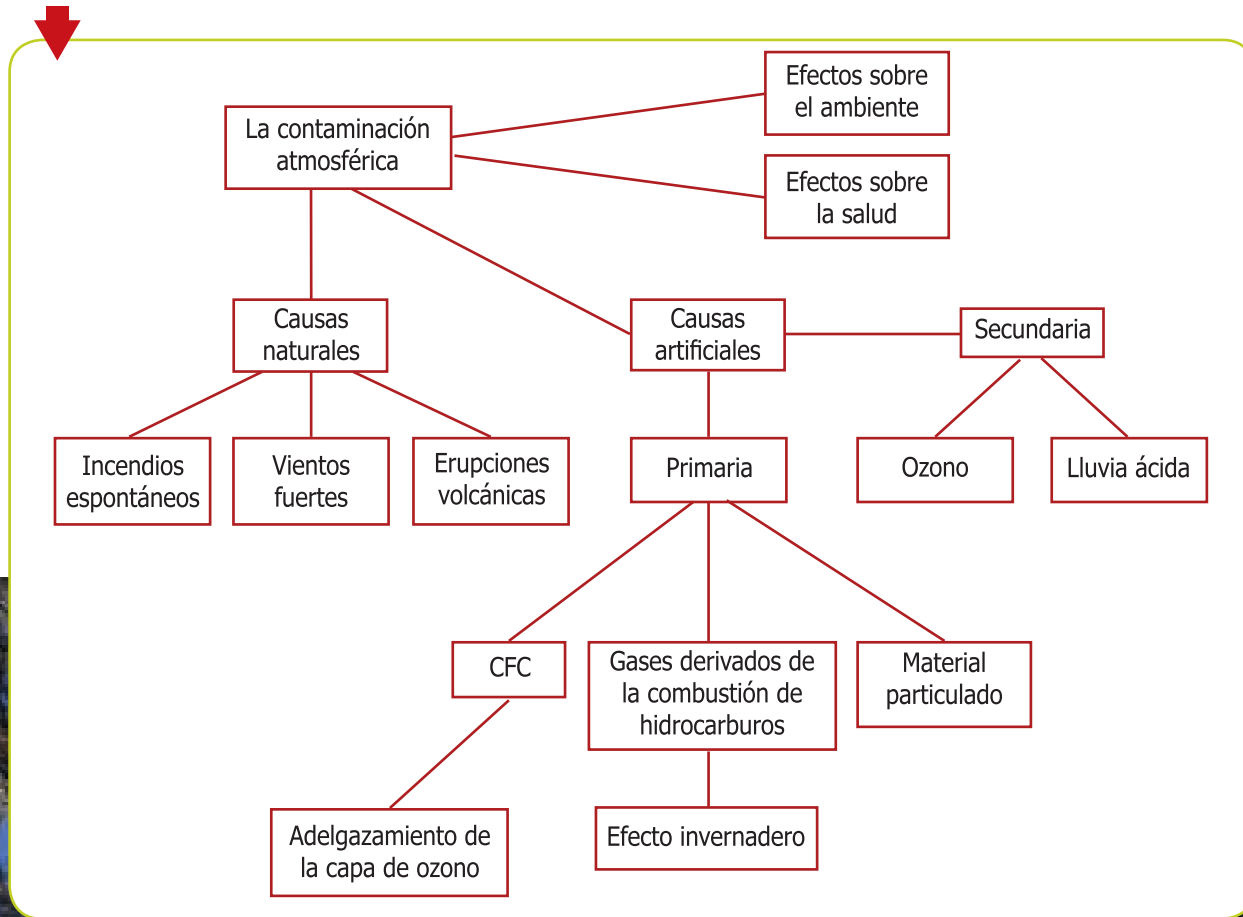
Otras alteraciones provocadas por el sol son quemaduras, envejecimiento prematuro de la piel, afecciones oculares como cataratas, insolación y golpes de calor.

También están las mutaciones en el material genético, el deterioro del sistema inmunológico, los efectos sobre la capacidad fotosintética de algunas plantas y disminución de las poblaciones del plancton vegetal.



■ Almacigos, foto Jordan Meeter, Nueva York, EE.UU., 2009.

# Síntesis gráfica de la unidad



■ Vista desde el interior de un bosque hacia la atmósfera.

## Autoevaluación

1. Identifique en su localidad, dos fuentes de contaminantes artificiales del aire.

---



---



---

2. El incremento del uso de combustibles fósiles durante los últimos años, ha producido un aumento de las emisiones de «gases de invernadero», con el consiguiente aumento de la temperatura promedio del planeta. Explique la forma en que la presencia de estos gases en la atmósfera producen el «efecto invernadero».

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

3. La mala combustión de combustibles fósiles en automóviles e industrias genera hidrocarburos parcialmente quemados y una gran cantidad de óxidos a nivel de la superficie del planeta. La radiación solar en este caso, al actuar sobre ellos, produce nuevas sustancias, entre ellas ozono. Si el smog produce ozono, ¿por qué razón, entonces, la capa de ozono se adelgaza continuamente?

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

## Bibliografía

- Candel A., Satoca J., Soler J. B., Tent J. J., *Física y química bachillerato 2*, Madrid, Anaya, 1990.
- ———, *Física y química bachillerato 3*, Madrid, Anaya, 1990.
- Arriola A., del Barrio J. I., Cañas A., Fernández R. D. y otros, *Física y química energía 2*, Madrid, S.-M., 1992.
- ———, *Física y química energía 3*, Madrid, S.-M., 1992.
- Mora, Daniel, Marambio, Leonor, Rojas, María Soledad, Di Cosmo, Mario, *Química 2º*, Santiago de Chile, Ed. Santillana, 2005.
- Contreras, Martín, Letelier, Ricardo, Rojas, Mónica, Von Marttens, Hernán, *Ciencias naturales, química 2º año medio*, Santiago de Chile, Ed. McGraw-Hill, 2003-4.
- Santamaría, Francisco, *Química general*, Santiago de Chile, Ed. Universitaria, 2006.
- Chang, Raymond, *Química* 1ª edición, México, McGraw-Hill, 1992.
- Grupo Océano, *Química (Atlas visual Océano)*, México, Ed. Océano, 2004.
- Hewit, Paul G., *Física Conceptual* 2ª edición, México, Prentice Hall, 1999.
- Ibáñez, Fernando, *El enlace químico*, Santiago de Chile, Ed. Universidad Católica de Chile, 1996.
- Tippens, Paul, *Física, conceptos y aplicaciones*, México, Ed. McGraw-Hill, 2001.
- MacDonald, Simon G., *Física para las ciencias de la vida y de la salud*, México, Fondo Educativo Interamericano, 1978.

## En Internet

Comisión Nacional del Medio Ambiente, [www.conama.cl](http://www.conama.cl)

Ministerio de Salud del Gobierno de Chile, [www.minsal.cl](http://www.minsal.cl)



■ *Montañas, foto Patrick Henry, Reino Unido, 2009*





## **IMPORTANTE**

En el marco de la política de igualdad de género impulsada por el Gobierno de Chile, el Ministerio de Educación se esfuerza en utilizar un lenguaje con conciencia de género, que no discrimine ni marque diferencias entre hombres y mujeres.

Sin embargo, nuestra lengua propone soluciones muy distintas para su uso, sobre las que los lingüistas no han consensuado acuerdo.

En tal sentido y con el fin de evitar la sobrecarga gráfica y visual que supondría utilizar en español o/a para marcar la presencia de ambos sexos, hemos optado por utilizar el clásico masculino genérico (tanto en singular como plural), en el entendido que todas las menciones en tal género representan siempre a todos/as, hombres y mujeres por igual.





