

## El aire

El aire es la sustancia gaseosa más conocida por las personas. El aire rodea a las personas desde que nacen hasta que mueren. Bueno, suponiendo que no se va a dar una vuelta por el espacio o a pasear a la luna.

El aire entre sus componentes tiene oxígeno. Y este es un gas que es indispensable para la vida, animal o vegetal, tal como la conocemos. También es necesario para algunos procesos como, por ejemplo, la oxidación de algunas sustancias.

El aire es una mezcla de diversos gases, algunos de ellos son:

1. Nitrógeno	(N)	78.03% en volumen
2. Oxígeno	(O)	20.99% en volumen
3. Dióxido de Carbono	(CO <sub>2</sub> )	0.03% en volumen
4. Argón	(Ar)	0.94% en volumen
5. Neón	(Ne)	0.00123% en volumen
6. Helio	(He)	0.0004% en volumen
7. Criptón	(Kr)	0.00005% en volumen
8. Xenón	(Xe)	0.000006% en volumen
9. Hidrógeno	(H)	0.01% en volumen
10. Metano	(CH <sub>4</sub> )	0.0002% en volumen
11. Óxido nitroso	(N <sub>2</sub> O)	0.00005% en volumen
12. Vapor de Agua	(H <sub>2</sub> O)	Variable
13. Ozono	(O <sub>3</sub> )	Variable
14. Partículas		Variable

<http://www.salohogar.com/ciencias/naturaleza/aire/composiciondelairepuro.htm>

El aire tiene una densidad de 1,3 [kg/m<sup>3</sup>]. Por lo tanto si lo comparamos con el agua (1.000 [kg/m<sup>3</sup>]), que sirve como referencia normalmente, es mucho menor. En consecuencia si tuviéramos que pesar el aire, aire pesa mucho menos que el agua (para un mismo volumen).

El aire es tan normal a nuestras vidas que la pregunta: ¿cómo nos damos cuenta de la existencia del aire?, adquiere importancia.

Bueno, si el día está calmado, no hay viento, y siendo el aire totalmente transparente no es fácil darse cuenta de la presencia del aire. Claro, sin considerar que estamos respirando, pero la idea es darse cuenta “tangiblemente” de la existencia de él.

Es fácil darse cuenta de la existencia del aire cuando hay viento, ya que ahí las moléculas que lo componen golpean nuestro rostro y nuestro cuerpo en general. Y lo sentimos. También podría ser el correr, si corremos estaremos chocando con las moléculas de aire y también las sentiremos como si hubiera viento.



El aire se manifiesta como una resistencia al movimiento. Cada vez que un objeto se mueve, el objeto choca con las moléculas de aire que están en la dirección de su movimiento. Y, se comprueba que a mayor velocidad con que se mueva el objeto es mayor la resistencia que ofrece el aire. Así es debido a que enfrentará más rápidamente una mayor cantidad de moléculas.

Es común que algunos vehículos se construyan de formas específicas para adecuarse a la resistencia que ofrece el aire al movimiento que pueden tener. Un avión, por ejemplo, suele tener la parte delantera en forma de punta, así podrá “romper” de mejor manera esa enorme cantidad de moléculas que enfrentará al estar en movimiento, con la punta y su forma aerodinámica hace que las moléculas se desvíen y no golpeen frontalmente a su estructura. Un auto de carrera, también tiene una forma aerodinámica para evitar choques frontales con las moléculas de aire que enfrenta mientras corre. Un atleta de alta competencia usa ropa lisa y apegada al cuerpo, eso para aminorar la fricción con el aire, que lo haría ir más lento. Un paracaidista tiene una forma tal que, al contrario de los ejemplos anteriores, busca el máximo de resistencia con el aire, el paracaidista basa su funcionamiento en la fricción con el aire, con ello el paracaidista puede caer más lento y hacer que su impacto con el suelo no sean tan violento.



Para entender porque al chocar con las moléculas de aire a mayor velocidad hay más resistencia que a menor velocidad, veamos el siguiente ejemplo.

Supongamos los alumnos de un curso, unos 40, se distribuyen en la sala de clases y cada uno se pone a girar en un radio de un metro, todos simultáneamente. Ahora participa otro alumno y va a cruzar la sala mientras sus compañeros se mueven. ¿Qué le será más fácil, para evitar choques, ir caminando o corriendo? Si hay dudas en la respuesta, se invita a que realicen esta actividad para obtener una respuesta contundente y convincente.

Y, otro aspecto en la relación del aire con un objeto que se mueve. **La fuerza de empuje.**

La fuerza de empuje es una fuerza que aparece toda vez que un objeto se sumerge a un fluido. Es la fuerza que permite que los barcos floten, que el hielo no se hunda, que las cosas se sientan más livianas en el agua.



La figura muestra un iceberg. Aquí la fuerza empuje es mayor que el peso, por eso el iceberg flota.

El empuje es una fuerza que actúa verticalmente hacia arriba. Empuja al barco hacia arriba, anula al peso del mismo y así logra flotar. A una persona en la piscina también el empuje lo “tira” hacia arriba, contrarresta a su propio peso y por eso se siente más liviano.

Pero un fluido no es solo un líquido como el agua, los gases también son fluidos. El aire es un fluido.

Y los objetos que están sumergidos en el fluido aire son afectados por esa fuerza llamada empuje.

Si alrededor de la Tierra no existiera aire, a una persona no le afectaría la fuerza de empuje, solo le afectaría el peso debido a la gravedad (peso gravitacional). Se puede afirmar que el peso que le afecta a una persona en la superficie de la Tierra, con aire, es menor que si no hubiera aire. ¿Por qué sería cierta esta afirmación? La respuesta tiene que ver con el ejemplo que se dio antes, el por qué una persona se siente más liviana en el agua de una piscina.

Un globo aerostático se construye y opera de tal forma que la fuerza de empuje que le afecta, al calentarse el aire que está en su interior, llega a superar a su propio peso, entonces el globo asciende.



Otra relación con los objetos que se mueven. **La fuerza de sustentación.**

Esto es un poco más complejo, pero veamos un par de ejemplos que pueden aclarar algo la idea de su presencia en el aire.

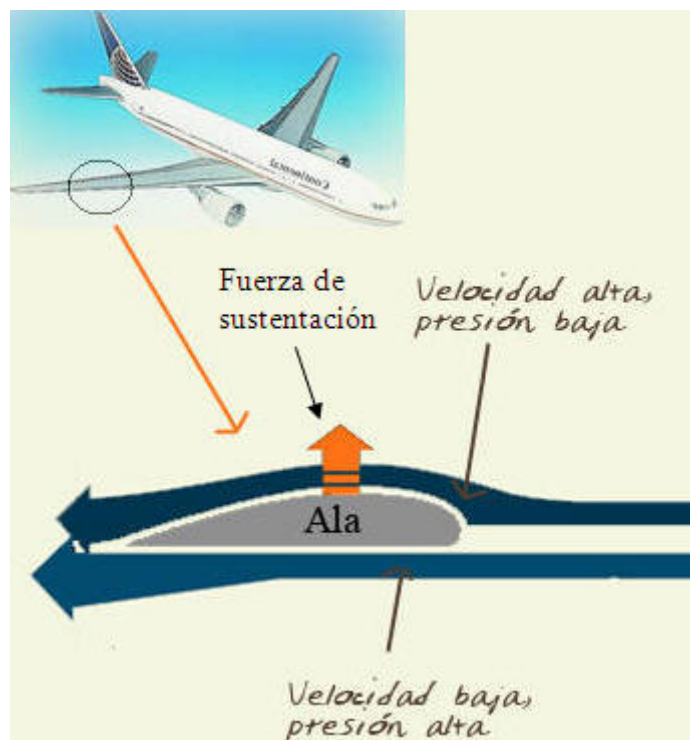
¿Por qué flota un avión?

Un boeing, 747 por ejemplo, es un avión de pasajeros que supera fácilmente las 300 toneladas (300.000 kilogramos) y flota en el aire. No se cae. Es increíble, ¿cómo puede ocurrir tal cosa?

La explicación es más o menos la siguiente:

Cuando en una casa se enciende una chimenea el humo sale más rápido si afuera de la casa hay viento. Eso es debido a que en el lugar donde hay viento el aire se mueve más rápido que donde no lo hay (dentro de la casa), esa situación provoca que fuera de la casa, en rigor sería en la boca externa de la chimenea, la presión atmosférica es menor que la del interior de la casa, entonces la mayor presión al interior de la casa “empuja” a las partículas de humo hacia fuera, y al ser mayor la diferencia de presiones mayor será la fuerza con que las empuja.

El ala de un avión está diseñada para que el aire que circula por sobre ella lo haga más rápido que por debajo de ella, entonces abajo del ala la presión será mayor que arriba. Entonces la presión de abajo empujará hacia arriba al ala, y con ello todo el avión será afectado con una fuerza hacia arriba. A esa fuerza se le llama fuerza de sustentación. Y esta es la fuerza principal que impide que un avión caiga. No hay que mirarla en menos, es capaz de soportar pesos de objetos de más de 300 toneladas.



Otro ejemplo es ya bastante común. Los autos de carrera de la fórmula 1.

Un auto de carrera de fórmula 1 alcanza velocidades de alrededor de 300 km/h, y la masa de uno de esos autos no puede ser inferior a 605 kilogramos (reglamento 2008, <http://www.fia.com/sport/Regulations/f1regs.html>). A esa velocidad es muy fácil que el auto pierda estabilidad y, al igual que el avión, puede levantarse del suelo. Si llega a elevarse del suelo lo más probable es que sufra algún accidente. Por lo tanto se procede a instalarle alerones, que son muy visibles, y ellos tienen como misión el hacer que el aire que pasa bajo ellos lo haga con más velocidad que el aire que va sobre ellos, entonces la presión de aire sobre el alerón es mayor que bajo él, en consecuencia la fuerza de sustentación se invierte y actúa hacia abajo, empuja al auto hacia abajo, lo mantiene “pegado” a la pista de carreras.

Otra propiedad asociada al aire es que éste **puede moverse a través de pequeños orificios**, muy pequeños en realidad.

Cuántas veces hemos estado en una habitación y sentimos corrientes de aire heladas, especialmente en invierno, que nos incomodan. Y estamos seguros que hemos cerrado todas las puertas y las ventanas, pero en la situación no se elimina. Es probable que esas corrientes de aire helado fluyan a través de pequeñas “rendijas” bajo las puertas, por los bordes de las ventanas o quién sabe qué más. El aire está compuesto por moléculas cuyas dimensiones son más pequeñas que cualquier rendija que dejemos en una puerta o en una ventana. Para evitar esto en el mercado existen unas huinchas que se adhieren a los bordes de puertas y ventanas y que sellan completamente las uniones.

Una forma de sellar una filtración de aire es cubrirlo con agua, pero eso no se puede hacer en una ventana o puerta.

Y, en relación a este suceso, existe otra situación:

Uno de los sentidos que tenemos las personas es el olfato. Tenemos la capacidad de percibir olores que hay en el aire. Esto a veces es muy agradable (por eso existen perfumes, colonias y otros afines?, y a veces es muy desagradable (no citaré ejemplos).



Capas de aire pueden moverse entre otras capas de aire, esto es común para todo tipo de fluidos.

Entonces si una capa de fluido es impregnada de un aroma, siendo el aroma compuesto por pequeñas moléculas que se combinan con las moléculas de aire, esa capa de aire aromatizado al poder moverse entre otras capas de aire se mezclará con ellas y así el aroma se esparcirá en una amplia zona de aire. Este fenómeno se llama “**difusión**”.

El experimento es fácil de hacer, pero como los aromas no se ven, se huelen. Se puede hacer un experimento análogo. Con otro fluido, con agua. Se vierte agua en un vaso transparente, se vierte un par de gotas de algún colorante y se verá como ese colorante se difunde en el resto del agua y al cabo de cierto rato toda el agua adquirirá el color del colorante. Ese proceso se puede apurar si se agita el agua con las gotas de colorante. Lo mismo ocurre en el aire cuando se le impregna con algún aroma.

Otra cosa.

**El aire no tiene una forma específica.** El aire adquiere la forma del recipiente que lo contiene. Es muy fácil de modificar, el aire no ofrece resistencia a ese acto. Piensa en un globo inflado. Lo puedes apretar de un lado u otro y la forma cambia sin mayor dificultad. Puedes probar esto con globos largos y construir figuras como flores o perros u otras.

La resistencia podría estar en el recipiente, pero no en el aire.

Y, el volumen del aire ¿es fácil de modificar?

Pareciera que sí, pero cuidado. Has el siguiente experimento:

Toma una jeringa, quítale la aguja, empuja el émbolo hacia atrás. Ahora tapa el orificio abierto de la jeringa e intenta empujar el émbolo. ¿Qué ocurre? Ahí verás que no es tan fácil “achicar” el tamaño del aire encerrado al interior de la jeringa.

De hecho el aire se usa como elemento estratégico en frenos de grandes vehículos. Seguramente habrán visto algunos camiones que en su parte de atrás dicen “cuidado, frenos de aire”. El conductor de uno de esos camiones al presionar el pedal del freno, empuja el aire que está contenido en un recipiente, y así empuja a las moléculas de ese aire a que a su vez empujen a las pastillas de freno que finalmente actúan sobre las ruedas haciendo que ellas disminuyan la velocidad. El funcionamiento de un freno de aire es más complejo que el descrito, pero aquí está la ida básica.

Pero, **¿cuál es el volumen del aire?** Es indefinido. Tendrá el volumen del volumen interior del recipiente que lo contiene.

**Fluidez.** Esta propiedad del aire está en estrecha relación con lo anterior. El aire fluye, sin gastar energía, desde un lugar donde esté más concentrado hasta donde haya menos concentración.

Por ejemplo. Si en una habitación sacamos todo el aire (existe forma de hacerlo, tal vez no se saque todo, pero se puede dejar poco aire) y en su interior colocamos una botella tapada y llena de aire, al abrir la botella, el aire saldrá de ella y se distribuirá en toda la habitación.

En el ejemplo mencionado se dan dos situaciones:

Primero. El aire fluye desde un lugar de más concentración (el interior de la botella) hacia un lugar de baja concentración (habitación sin aire).

Segundo. El aire adopta la forma del recipiente que lo contiene. En la botella tiene la forma del interior de ella, en la habitación tiene la forma del interior de ella.

Un lector avanzado ya podría haberse preguntado algo así:

Se ha mencionado reiteradamente que el aire está compuesto por moléculas, aceptándolo como cierto, **¿qué hay entre las moléculas de aire?**, ¿aire u otra cosa?

Interesante pregunta.

Si el aire está formado por moléculas. Entre las moléculas, ¿puede haber aire?

No, imposible. Si hubiera aire, ¿de qué estaría compuesto es aire que hay entre las moléculas de aire?

Bueno, como también es aire, tiene que estar compuesto por moléculas. Y ¿esas moléculas serían más pequeñas que las anteriores? No, todas son más o menos del mismo tamaño. Entonces no puede ser. Esto se transformaría en un cuento de nunca acabar. Y, ¿qué hay entonces?

Hay vacío. No hay materia entre las moléculas de aire.

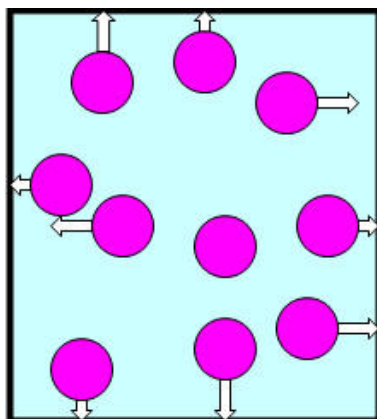
Podríamos decir, entonces, que nadamos en una región casi vacía.



El aire está compuesto por moléculas, entre las moléculas hay vacío. Las moléculas mismas están compuestas por átomos. Los átomos están compuestos por electrones, protones y neutrones. Entre éstos últimos ¿qué hay?, también hay vacío. Por lo tanto el aire tiene más espacios ocupados por el vacío que por la materia de las moléculas.

### Aire y presión

El aire, o cualquier fluido (gaseoso o líquido), que está contenido en un recipiente actúa sobre las paredes internas del recipiente. Actúa ejerciendo una fuerza. Y como la fuerza actúa sobre la superficie de la pared, podemos hablar de presión (presión es el cociente entre la fuerza aplicada y el área sobre la cual actúa). El aire ejerce presión sobre las paredes del recipiente.



Por eso es que un globo puede agrandar su tamaño. Si alguien infla un globo, está introduciendo aire en su interior, ese aire ejerce fuerza sobre el interior del globo por lo tanto ejerce, al mismo tiempo, una presión y esa presión hace que la goma del globo se expanda y así es el globo en su totalidad el que aumenta de tamaño. Si se saca aire, la presión que actúa sobre la goma del globo disminuye y, por lo tanto, el globo disminuye el tamaño.

¿En qué consiste la presión del aire al interior de un recipiente?

Las moléculas de aire, o de cualquier gas, están en constante movimiento. Se desplazan en una y otra dirección, en forma incesante, y claro hay moléculas que estarán moviéndose cerca de las paredes internas del recipiente y como no pueden evitarlo chocarán con esas paredes. E impactarán con cierta fuerza, si sumamos las fuerzas con que cada molécula choca sobre el área completa de las paredes interiores, se tendrá una fuerza neta o resultante. Y es esa fuerza la que ejerce la presión sobre las paredes.

Al final de cuentas, entonces, la presión al interior del aire contenido en un recipiente no se debe más que al choque de las moléculas con las paredes interiores del recipiente.

Pero también existe otro tipo de presión en donde está presente el aire.

### La **presión atmosférica**.

Esta presión se debe al peso del aire, que hay en la atmósfera, sobre un área determinada en algún lugar. Si estamos en la superficie de la Tierra, será la presión que ejerce el peso



del aire de toda la columna de aire que corresponde al área del sector de la superficie donde se registra esa presión.

La presión atmosférica fue medida por primera vez por el científico italiano Evangelista Torricelli. Ver documento sobre Presión en <http://www.profisica.cl/conceptos/index1.php>.

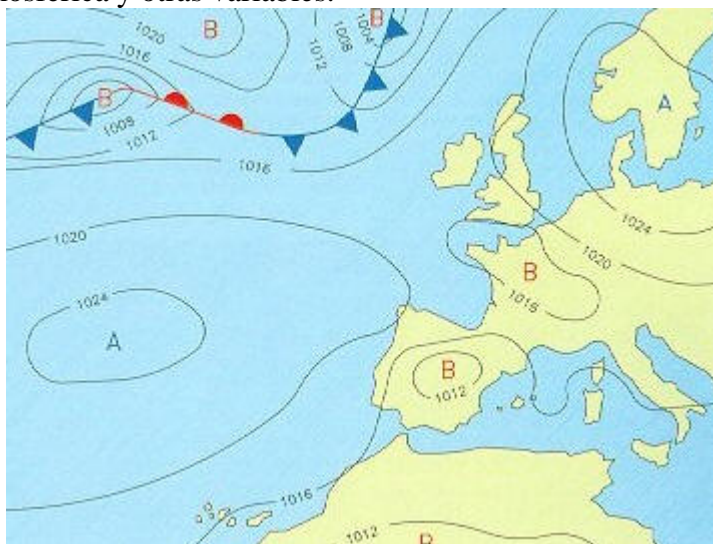
El tema de los gases, en enseñanza media, se estudia en física en el nivel de Cuarto Medio. Allí se da a conocer una importante relación conocida como *Ecuación de Estado*, esta ecuación relaciona tres importantes variables: temperatura, volumen y presión. Esto también se estudia en la asignatura de química.

En lo sustancial, esta ecuación y su significado también se relacionan con el aire. El aire es un gas y, por lo tanto, los fenómenos que ocurren con los gases, también ocurren con él. Y también sus explicaciones.

De la relación, y a rasgos generales, se puede deducir importantes fenómenos cotidianos, por ejemplo:

- Si la presión atmosférica aumenta, también aumenta la temperatura.
- Si la presión atmosférica disminuye, también disminuye la temperatura.

Es normal que en los informes de meteorología a veces se informa que existe una alta presión y a la vez una alta temperatura. Especialmente en verano. En cambio en invierno, los mapas sinópticos muestran normalmente zonas de baja presión, y se explica que habrá una baja temperatura. Un mapa sinóptico tiene indicadores de alta y baja presión atmosférica y otras variables.



Ahora, y siempre en términos muy generales, si tenemos aire encerrado en un recipiente y ese recipiente lo calentamos, le elevamos la temperatura, el aire aumentará su presión en el interior, esto si el volumen permanece invariable. Y si no lo prevenimos el recipiente puede explotar debido a que llegará un momento en que no puede soportar la presión que el aire puede ejercer en su interior.

Pero también puede ocurrir de otra forma. Si tenemos un recipiente que puede cambiar su volumen y en su interior hay aire que no puede filtrarse, una jeringa tapada por

ejemplo, al variar el volumen (empujando el émbolo) el volumen cambiará en forma inversa si la temperatura se mantiene sin cambiar.

La ecuación de estado es  $PV = nRT$ , donde  $P$  es la presión,  $V$  es el volumen,  $T$  es la temperatura,  $R$  es una constante (valor que no se modifica) y  $n$  es el número de moles del gas (si no se saca ni se agrega aire o gas, ese número no se modifica).

Lo más importante de la ecuación de estado de los gases, es que con ella se puede predecir el comportamiento de los gases y líquidos. También existen ecuaciones de estado para sólidos.