

La esfera con la cual representamos habitualmente la tierra (figura 100) no ofrece una visión total de nuestro planeta, ya que no muestra la atmósfera. Al observar la tierra desde un punto lejano del espacio, los astronautas la ven tal como aparece en la figura 121, envuelta por la atmósfera.

La atmósfera está formada por gases, y es una de las tres esferas principales de la tierra. Las otras dos son la geosfera, constituida por los elementos sólidos, y la hidrosfera, constituida por los elementos líquidos. La atmósfera se mantiene en torno a la geosfera y a la hidrosfera por la fuerza de la gravedad, y al igual que la geosfera, presenta una forma achatada, la cual es producida por la rotación terrestre.

No vivimos en el exterior del planeta, como las

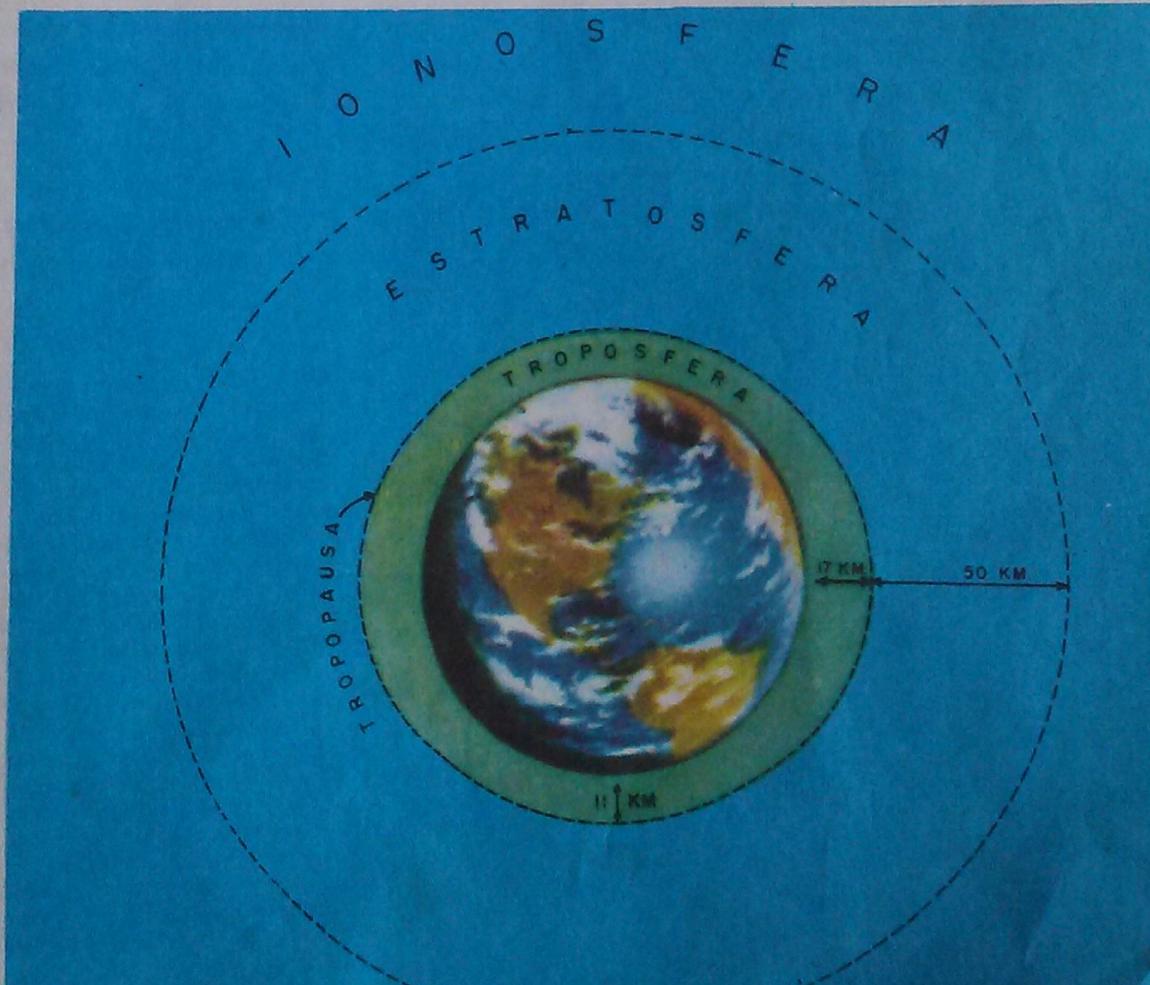
apariencias nos hacen creer, sino dentro, en la zona donde se ponen en contacto las capas inferiores de la atmósfera, la superficie terrestre y la superficie de las aguas. Esta zona de la vida es la biosfera, constituida por un 10 % de tierra, un 40 % de agua y un 50 % de aire. La atmósfera abarca, pues, la mitad de la zona donde vive el hombre. De ahí su importancia geográfica.

### 60. Caracteres generales de la atmósfera.

La atmósfera es transparente e impalpable, por lo cual nos resulta difícil concebir que vivimos sobre la superficie terrestre y, a la vez, en el fondo de un «océano» de aire que nos envuelve. El hombre vive en la atmósfera, se ha dicho, en forma comparable a los peces que habitan en las profundidades del mar.

### LA ATMOSFERA ENVUELVE LA GEOSFERA Y LA HIDROSFERA

FIG. 118. Si pudiéramos observar la tierra desde una gran distancia nos luciría en forma semejante a como la vemos en el presente diagrama, pues la geosfera y la hidrosfera se encuentran envueltas por las capas concéntricas de la atmósfera. El espesor de la troposfera aparece exagerado en el diagrama, con el propósito de hacer visible que la troposfera posee una forma achatada hacia los polos, como la geosfera.



Cohete Cósmico de la URSS fotografó el hemisferio oculto de la Luna (1959). Apogeo: 467 000 Km. Perigeo: 39 744 Km.

Explorer X  
E. U. destinado a explorar los campos magnéticos del espacio (1961). Apogeo: 179 400 Km. Perigeo: 224 Km.



Explorer I  
Primer satélite de E.U. (Enero de 1958). Apogeo: 2 316 Km. Perigeo: 358 Km.



Echo I  
Satélite constituido por un globo plástico de 30 m de diámetro. Facilita las telecomunicaciones mundiales (E. U., 1960). Apogeo: 1856. Perigeo: 1 773.

Limite probable de la ionosfera

Tiros III  
Satélite para la observación meteorológica; obtuvo la primera fotografía de un huracán desde la ionosfera.



Sputnik I  
(URSS-4 Oct. 57). Apogeo: 940 Km. Perigeo: 224 Km.

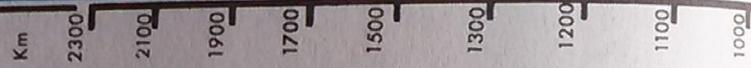


FIG. 119. CORTE IDEAL A TRAVES DE LA ATMOSFERA

Los gases atmosféricos forman la mezcla que conocemos como *aire*. El aire puro carece de *color*, *sabor* y *olor*. Otros caracteres del aire son su *movilidad*, su *elasticidad* y su *compresibilidad*.

Aunque el aire no posee *color*, cuando observamos el cielo, en un día sin nubes, lo vemos azul. El origen de este color aparente del aire es difícil de explicar. Se indica que la luz solar contiene todos los colores del espectro visible (*arco iris*), pero como las partículas del aire interceptan las ondas cortas correspondientes al color azul del espectro, las desvían de su trayectoria, difundiéndolas, por

lo cual el aire nos parece azul, como puede verse en el diagrama de la figura 178.

La *movilidad* de las capas inferiores de la atmósfera es continua, y podemos advertirla en distintas oportunidades, como cuando el viento mueve las hojas de los árboles.

El aire es *compresible*, ya que cuando es sometido a presión disminuye su volumen, a la vez que aumenta su temperatura; pero es también *elástico*, o sea, que al cesar la presión recobra su volumen, al mismo tiempo que disminuye su temperatura.

El aire puede hacerse líquido si se le somete a intensa presión y a temperatura muy baja. Actualmente se produce industrialmente aire líquido para obtener nitrógeno y oxígeno.

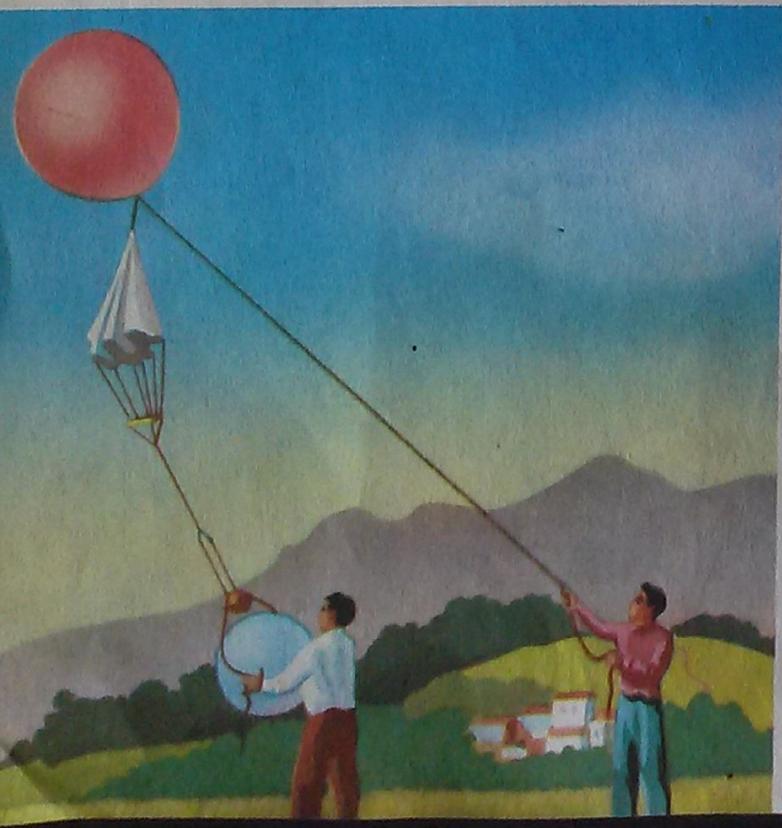
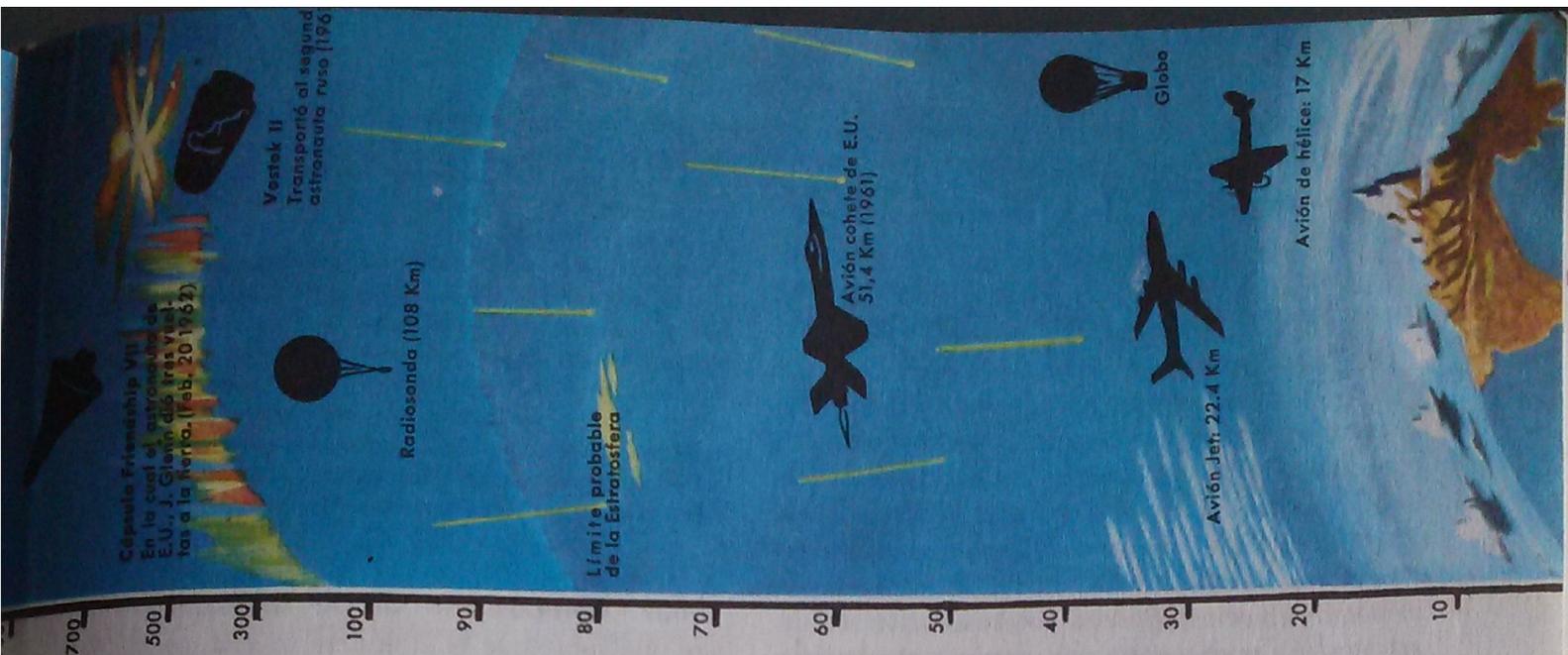


FIG. 120. Los principales observatorios del mundo hacen ascender cada día *radiosondas*, con el propósito de conocer las condiciones reinantes en las capas superiores de la troposfera y en las inferiores de la estratosfera. En la fotografía puede verse el momento en que uno de estos globos es lanzado. El equipo científico está instalado en la pequeña caja; lo forman un diminuto transmisor automático de radio, que pesa apenas 1 Kg y que al elevarse el globo comienza a enviar al observatorio, sin interrupción, los datos relativos a la presión, temperatura y humedad, registrados por los minúsculos instrumentos también contenidos en la caja. El globo mayor lleva unido otro más pequeño, que contiene arena y le sirve de contrapeso. Al alcanzar entre 3 y 5 Km de altura, el globo pequeño estalla, y el mayor sigue elevándose con los instrumentos, hasta alcanzar de 18 a 27 Km; a esa altura la baja presión le hace estallar. El paracaídas, que puede observarse debajo del globo mayor, permite el lento descenso del equipo. Los datos obtenidos a través de los radiosondas permiten a los observadores meteorológicos ofrecer pronósticos sobre el tiempo de las horas siguientes con mayor precisión que cuando tienen solamente a su disposición los datos de las capas inferiores de la troposfera.



**61. Origen de la atmósfera.** Sobre el origen de la atmósfera se han expuesto distintas hipótesis. De acuerdo con la hipótesis planetesimal (figura 21), la tierra no tuvo atmósfera originalmente, sino que ésta se fue formando con los gases emitidos por los volcanes, mientras la tierra aumentaba su tamaño y podía retenerlos por la fuerza de la gravedad.

Según la hipótesis de las mareas, la primitiva atmósfera de la tierra estaba formada de hidrógeno y helio, y desapareció en el espacio interplanetario, cuando la tierra era una esfera de gases incandescentes. La atmósfera actual se fue constituyendo lentamente, al enfriarse nuestro planeta y brotar gases de los volcanes, géysers y fumarolas. El oxígeno, que es elemento vital para el hombre y los animales, fue formado, según esta hipótesis, por los grandes bosques primitivos. Hará unos 500 millones de años la atmósfera adquirió sus caracteres actuales, según se cree.

**62. Estructura de la atmósfera.** Es imposible señalar exactamente el espesor de la atmósfera, ya que no posee una superficie superior que la limite. La atmósfera se va haciendo menos densa según aumenta su altura, hasta ser imperceptible.

Debido a la compresibilidad de la atmósfera, la mitad de todos sus gases se encuentra debajo de los 5 500 metros de altura, y las tres cuartas partes debajo de los 11 000 metros.

Hasta hace unos años se calculaba que la atmósfera tenía varias decenas de kilómetros de espesor; hoy se cree que alcanza a varios millares.

Los colores del crepúsculo se reflejan a unos 65 kilómetros de altura, confirmándonos que allí hay atmósfera; los meteoritos se incendian al contacto

con la atmósfera a unos 160 Km de la superficie terrestre, y las auroras polares (figura 181) se producen hasta cerca de 1 000 Km de altura, probando que hasta allí, por lo menos, hay atmósfera. La atmósfera puede tener, teóricamente, hasta 32 000 Km. de espesor, porque la gravedad terrestre tiene fuerza suficiente para retener el aire hasta esa distancia.

FIG. 121. LA TIERRA VISTA DESDE 87 KM. DE ALTITUD. Fotografía tomada automáticamente desde la cápsula que conducía al primer astronauta de Estados Unidos, en mayo 5, 1961. Obsérvese el límite entre la troposfera —nitidamente azul— y la estratosfera, totalmente negra. La atmósfera se muestra hoy al hombre, observada desde el espacio como una parte esencial e inseparable de nuestro planeta.



La estructura de la atmósfera la forman tres capas concéntricas. Estas capas son:

1) La *troposfera*, desde la superficie terrestres hasta unos 12 Km de altura. Es la zona de los cambios de tiempo; en ella se encuentran cerca de las tres cuartas partes del aire de la atmósfera.

2) La *estratosfera*, capa de unos 50 Km de espesor, separada de la troposfera por una estrecha faja denominada *tropopausa*. La faja de ozono de la estratosfera impide el paso hacia la tierra de los mortales rayos ultravioleta del sol. Las zonas inferiores de la estratosfera han sido exploradas por el hombre, y son utilizadas por la aviación. En la estratosfera se encuentra una cuarta parte de todo el aire de la atmósfera.

3) La *ionosfera* presenta varios niveles donde se reflejan hacia la tierra las ondas de la radio, lo cual facilita la radiodifusión a grandes distancias. En la ionosfera, a pesar de la vastedad del espacio que ocupa, sólo se encuentra una parte mínima del aire de la atmósfera.

La zona inferior de la atmósfera, o troposfera, es, como indica su nombre, la zona de los cambios. En ella se registran los más intensos movimientos del aire —vientos y corrientes— y se forman las nubes y se producen las tormentas. Casi todo el vapor de agua de la atmósfera está en la troposfera.

La troposfera posee una forma achatada, pues la tropopausa, que es su límite superior, se encuentra en el ecuador a 17 Km de la superficie terrestre y en los polos a sólo 10 Km. Por la compresibilidad del aire, en la troposfera se localiza el 75 % del volumen total de los gases que forman la atmósfera.

La *estratosfera* se encuentra sobre la tropopausa. Hasta hace poco se creía que era una región donde los vientos soplaban horizontalmente en capas distribuidas ordenadamente, de donde viene su nombre. Hoy sabemos que en varias zonas de la estratosfera hay turbulencias y cambios en la dirección de los vientos.

Algunas capas de la estratosfera son ricas en ozono, especialmente hacia unos 25 Km de altura. Estas capas de ozono absorben las radiaciones ultravioletas del sol que, de llegar a la tierra, destruirían la vida.

Como la estratosfera es una región de mucha mayor calma que la inquieta troposfera, los gigantescos aviones modernos han sido adaptados para volar por sus capas inferiores. Hoy los aviones han alcanzado altitudes superiores a 51 Km (avión-cohete X-15 de Estados Unidos en 1961). El record de altitud en globo tripulado fue logrado por un aeronauta norteamericano en 1961 (73.8 Km). Los *radiosondas* lanzados por los observato-

rios (figura 120), han alcanzado, mediante diseños excepcionales, hasta 108 Km sobre el nivel del mar.

La ionosfera es la capa superior de la atmósfera. Comienza a unos 65 Km sobre el nivel del mar y su límite superior lo desconocemos.

La ionosfera está constituida por iones, o sea, moléculas electrizadas por las radiaciones solares. La ionosfera fue descubierta en el presente siglo debido a que algunas de sus capas actúan reflejando hacia la tierra las ondas de la radio, de la misma manera que un espejo refleja la luz. Si no fuera por la ionosfera no sería posible escuchar una transmisión de radio más allá del horizonte visible desde la antena transmisora. Esta limitación subsiste actualmente en la televisión.

**63. Composición de la atmósfera.** El aire que constituye la atmósfera es una mezcla de gases. En las capas inferiores de la troposfera el aire está compuesto, principalmente, por *nitrógeno* y *oxígeno*, como se ve en la gráfica de la figura 122. En el aire atmosférico se encuentran en pequeñas cantidades, *argón*, *anhídrido carbónico*, *neón*, *helio*, *ozono* y otros gases raros.

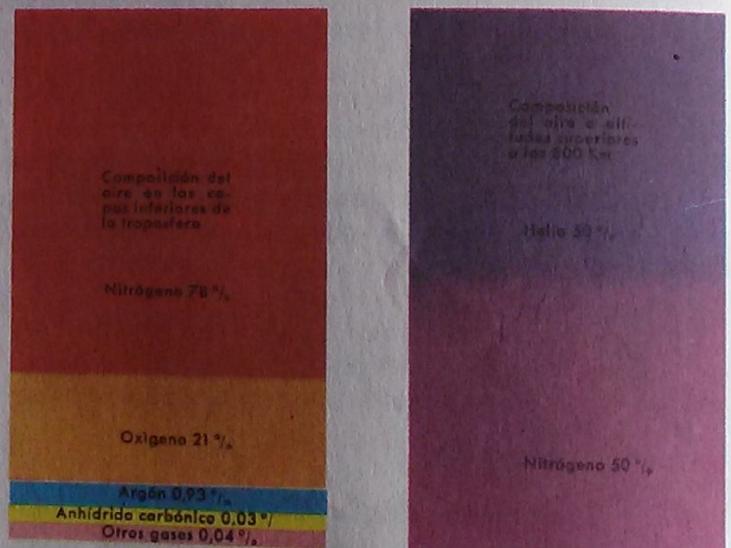


FIG. 122. LA COMPOSICIÓN DEL AIRE varía en la atmósfera según la altitud. Mientras en las cercanías del suelo predominan el nitrógeno y el oxígeno, a los 800 Km. sobre el nivel del mar, el aire —muy enrarecido— está constituido casi por mitades iguales de helio e hidrógeno.

Cada uno de estos gases que forman el aire tienen sus características propias.

Hay, además, en la troposfera cantidades variables de polvo y de vapor de agua. En la estratosfera y en la ionosfera se encuentra el *hidrógeno*.

Podemos decir que el aire está compuesto, aproximadamente, por 4/5 de nitrógeno y 1/5 de oxígeno, constituyendo el resto de sus elementos integrantes menos de 1/100.

El oxígeno y el anhídrido carbónico son los componentes de la atmósfera que participan directamente en el proceso vital de los animales y plantas. La principal función del nitrógeno es diluir el oxígeno, haciéndolo respirable por el hombre y los animales. El anhídrido carbónico es utilizado por las plantas.

El oxígeno es el elemento vital de la atmósfera. Respiramos para obtener oxígeno, el cual, al oxidar nuestros tejidos, mantiene el calor del cuerpo. El oxígeno es el elemento productor del calor. El fuego no es más que una oxidación rápida de la materia. El oxígeno también purifica el aire y el agua. Al mezclarse con las rocas contribuye a fragmentarlas, formando el suelo que sostiene la vida vegetal.

El nitrógeno disuelve el oxígeno y lo hace respirable, ya que el oxígeno puro es irrespirable. El nitrógeno es valiosísimo para la vida vegetal, pues, al combinarse con otras sustancias, enriquece los suelos. Los nitratos son excelentes fertilizantes, pero difíciles de obtener, pues el nitrógeno no se combina fácilmente. Desde hace varias décadas se ha logrado fabricar nitratos captando, directamente, el nitrógeno del aire.

El anhídrido carbónico, aunque se encuentra en porciones mínimas en la atmósfera, es de gran valor para el hombre. Bajo los efectos de la energía solar, el anhídrido carbónico permite la formación de la materia orgánica vegetal, transformando las materias inorgánicas que el hombre no puede utilizar directamente como alimento. La *fotosíntesis*, que así se llama a este proceso, no podría existir sin el anhídrido carbónico. Los animales respiran el oxígeno y exhalan el anhídrido carbónico, en tanto las plantas hacen lo contrario. Además, el anhídrido carbónico contribuye a retener el calor solar en la atmósfera.

El vapor de agua que contiene la atmósfera posee mucha importancia. Si la atmósfera estuviese completamente seca, la vida no podría existir. El vapor de agua, además, contribuye a retener el calor atmosférico. Las nubes, la lluvia, el rocío, la nieve y otros meteoros acuosos, deben su existencia al vapor de agua atmosférico.

Las pequeñas partículas de polvo y de sal que se encuentran en la atmósfera sirven como núcleos para la formación de las gotas de la lluvia.

La composición de la atmósfera varía con la altura. Por la atracción de la gravedad, los gases más pesados, como el oxígeno, predominan en las capas inferiores, y van desapareciendo en las más elevadas, donde aumenta la proporción de los gases más ligeros. En las capas superiores de la estratosfera casi desaparece el oxígeno y va disminuyendo el nitrógeno, mientras aumenta considerablemente la proporción de hidrógeno, helio y otros gases muy ligeros. Estos últimos gases predominan también en la ionosfera.

Debido a estas variaciones en la composición de la

la atmósfera, los aviones que vuelan a grandes alturas son provistos de oxígeno, para que pilotos y pasajeros lo respiren durante las travesías estratosféricas.

**64. Funciones de la atmósfera.** Sin la atmósfera nuestro mundo sería totalmente distinto. No habría animales ni plantas; no veríamos la luz del sol, ni habría sonidos; no podría encenderse el fuego, porque no habría oxígeno que lo sostuviera. Además, durante el día, la temperatura sería terriblemente caliente, llegando hasta 110° centígrados, o sea, tres veces más caliente que el promedio de nuestros días calurosos, y por la noche descendería cerca de 185° C. bajo cero. Las funciones de la atmósfera, pues, son muchas. Las más importantes son:

- 1) Mantiene una temperatura adecuada sobre la tierra, impidiendo los cambios bruscos que harían inhabitable nuestro planeta.
- 2) Hace la combustión y la respiración posibles y, con ellas, la vida misma.
- 3) Transmite el sonido.
- 4) Difunde la luz de tal manera que los lugares a la sombra no se encuentran totalmente a oscuras.
- 5) Por su fuerza de sustentación permite la elevación de globos llenos de gases ligeros.
- 6) Ofrece resistencia, lo cual hace posible el vuelo de las aves y de los aviones.
- 7) Ayuda a la agricultura, pues el suelo sin aire no es cultivable.
- 8) Cuando el aire se pone en movimiento forma vientos, que dan origen a las olas y las corrientes marinas; los vientos distribuyen la humedad en forma de lluvias y nevadas; dispersan el polen y las semillas de las plantas; impulsan las velas de las embarcaciones; actúan como agentes de erosión en las regiones áridas, y pueden causar enormes daños en forma de tornados y huracanes.

**65. Temperatura de la atmósfera.** La temperatura atmosférica es la mayor o menor cantidad de calor que hay en la atmósfera. La principal fuente de calor de la atmósfera es el sol pero casi todo este calor no lo recibe la atmósfera directamente del sol, sino a través de la superficie