

---

#### FE DE ERRATAS

- 1) Pág.10: En el interior de la Fig. 3, debe decir 152.2 mill km y no 115.2 mill km
- 2) Pág.10: Final del segundo párrafo, debe decir 23°27 minutos y no 23.3 grados
- 3) Pág.11: Segundo renglón del segundo párrafo, debe decir 23°27' y no 23.3°
- 4) Pág.26: En la Fig. 19, el diagrama superior es el esquema a) y el inferior el b)
- 5) Pág.27: Primer renglón del penúltimo párrafo, debe decir acerca y no a cerca
- 6) Pág.31: Ultima característica de los tornados, debe decir... unas pocas decenas... y no... unos pocos...
- 7) Pág.32: Al final de segundo renglón del segundo párrafo, debe decir fenómeno y no disturbio
- 8) Pág.33: Primer renglón del segundo párrafo, debe decir fenómeno y no disturbio
- 9) Pág.37: Cuarto renglón del tercer párrafo, debe decir meteorológicos y no metereológicos
- 10) Pág.37: Quinto renglón del tercer párrafo, idem
- 11) Pág.37: Final del sexto renglón del tercer párrafo, debe decir por ciento y no porcienta
- 12) Pág.53: Final del segundo renglón del primer párrafo, debe decir ha y no a
- 13) Pág.60: Primera ecuación química después del quinto párrafo, debe interpretarse como  $S + O_2$  y no como  $SO_2$
- 14) Pág.79: Primera Rima, tercer renglón, debe decir luzcan y no lluzcan

## **Autores:**

*Lic. Juan Carlos Fallas Sojo  
Depto. de Información y Divulgación,  
Instituto Meteorológico Nacional, MIRENEM*

*Licda. Rusibeth Oviedo Jiménez  
Asesora Nacional de Ciencias, MEP*

551.5

F 195 f

Fallas Sojo, Juan Carlos

Fenómenos Atmosféricos, Juan Carlos Fallas Sojo y

Rusibeth Oviedo Jiménez.--1. ed. -- San José;

Costa Rica: R. Oviedo J. 1994

98 p: 50 il. : 28 cm.

ISBN: 9977-12-078-1

I. Atmósfera 2. Meteorología I. Oviedo Jiménez,  
Rusibeth, coautor. II. Título.

## **CARATULA:**

Parte del mural realizado por el Sr. Miguel Jiménez Salas  
en 1988 con motivo de los 100 años de fundado el  
Instituto Meteorológico Nacional.

# PRESENTACION

Los fenómenos atmosféricos son inherentes a la evolución geológica de nuestro planeta.

A través de la historia, el hombre ha tenido la necesidad de conocer más sobre ellos: sus orígenes, causas y efectos, tanto positivos como negativos, pues el desarrollo del ser humano y su relación con el medio dependen en gran parte de estos eventos atmosféricos.

Costa Rica, por ser un país tropical, ubicado entre dos océanos y al poseer una geografía compleja, donde se alternan regiones de cordillera con planicies costeras, presenta una gran diversidad climática.

Con esta guía se pretende reforzar el conocimiento y la comprensión de los fenómenos atmosféricos por parte de los educadores. Lo que contribuirá a prepararnos para reducir los impactos de algunos desastres naturales y a poder planificar nuestras actividades de tal forma que se contribuya al desarrollo sostenible del país

# AGRADECIMIENTO

Por este medio los autores agradecen el apoyo y la colaboración prestada por el Instituto Meteorológico Nacional, el Ministerio de Educación Pública, la Comisión Nacional de Emergencia y al Instituto Nacional de Seguros que hicieron posible la puesta en marcha del proyecto "Capacitación de los docentes de I, II y III Ciclos en el campo de los Fenómenos Atmosféricos".

A la Licda. Patricia Ramírez y a los jefes de los diferentes departamentos del I.M.N. que dieron su aporte con observaciones y sugerencias para la conclusión de esta guía.

También a la Licda. María Emilce Rojas Salazar por su trabajo desinteresado en la revisión de estilo.

A los Señores Miguel Jiménez, José Alberto Retana, Freddy Calderón y José Manuel Parini E. por las ilustraciones y a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron con la realización de esta guía.

# INDICE

## CAPITULO I

<i>LA TIERRA EN EL ESPACIO</i> .....	9
<i>LA ATMOSFERA TERRESTRE</i> .....	12
<i>LA ENERGIA DE LA ATMOSFERA</i> .....	14

## CAPITULO II

<i>ESTACIONES METEOROLOGICAS</i> .....	17
<i>INSTRUMENTOS METEOROLOGICOS</i> .....	17

## CAPITULO III

<i>AIRE EN MOVIMIENTO: VIENTO</i> .....	25
<i>LA NUBES</i> .....	27
<i>LA LLUVIA</i> .....	29
<i>INUNDACIONES</i> .....	29
<i>ALUVIONES O CABEZAS DE AGUA</i> .....	30
<i>TORMENTAS ELECTRICAS</i> .....	30
<i>TORNADOS</i> .....	31
<i>HURACANES</i> .....	32
<i>TEMPORALES</i> .....	33
<i>LA SEQUIA</i> .....	34

## CAPITULO IV

<i>PRONOSTICO DEL TIEMPO</i> .....	37
------------------------------------	----

## CAPITULO V

<i>EL CLIMA</i> .....	41
<i>EL CLIMA EN COSTA RICA</i> .....	41

## CAPITULO VI

<i>RECOMENDACIONES PARA REDUCIR LOS EFECTOS DE LOS FENOMENOS ATMOSFERICOS</i> .....	47
---	----

## **CAPITULO V**

<i>CAMBIO CLIMATICO</i> .....	53
<i>FENOMENO DEL NIÑO</i> .....	58
<i>CAPA DE OZONO</i> .....	60

## **CAPITULO VI**

<i>PRACTICA N°1 EXISTENCIA DEL AIRE</i> .....	65
<i>PRACTICA N°2 EL PESO DEL AIRE</i> .....	65
<i>PRACTICA N°3 ¿CONTIENE AGUA EL AIRE?</i> .....	65
<i>PRACTICA N°4 PRESION ATMOSFERICA</i> .....	66
<i>PRACTICA N°5 FORMACION DE NUBES</i> .....	66
<i>PRACTICA N°6 LA LLUVIA</i> .....	66
<i>PRACTICA N°7 FORMACION DE VIENTO</i> .....	67
<i>PRACTICA N°8 ANALISIS DEL PRONOSTICO DEL TIEMPO</i> .....	67

## **CAPITULO VII**

<i>CONSTRUCCION DE UN ANEMOMETRO</i> .....	71
<i>COSNTRUCCION DE UN PLUVIOMETRO</i> .....	72
<i>CONSTRUCCION DE UN BAROMETRO</i> .....	72
<i>CONSTRUCCION DE UN TERMOMETRO</i> .....	73

## **CAPITULO VIII**

<i>POESIAS, CANCIONES, REFRANES Y ADIVINANZAS</i> .....	77
---	----

## **ANEXO 1**

<i>VOCABULARIO</i> .....	83
--------------------------	----

## **ANEXO 2**

<i>BREVE HISTORIA DEL INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL</i> .....	87
--	----

<i>BIBLIOGRAFIA</i> .....	93
---------------------------	----

# CAPITULO I

*Se presenta los conceptos básicos de la Meteorología para comprender los Fenómenos Atmosféricos. Se citan algunos conceptos importantes sobre Astronomía, características de la Atmósfera Terrestre y procesos de transformación de la Energía que llega a la Atmósfera.*

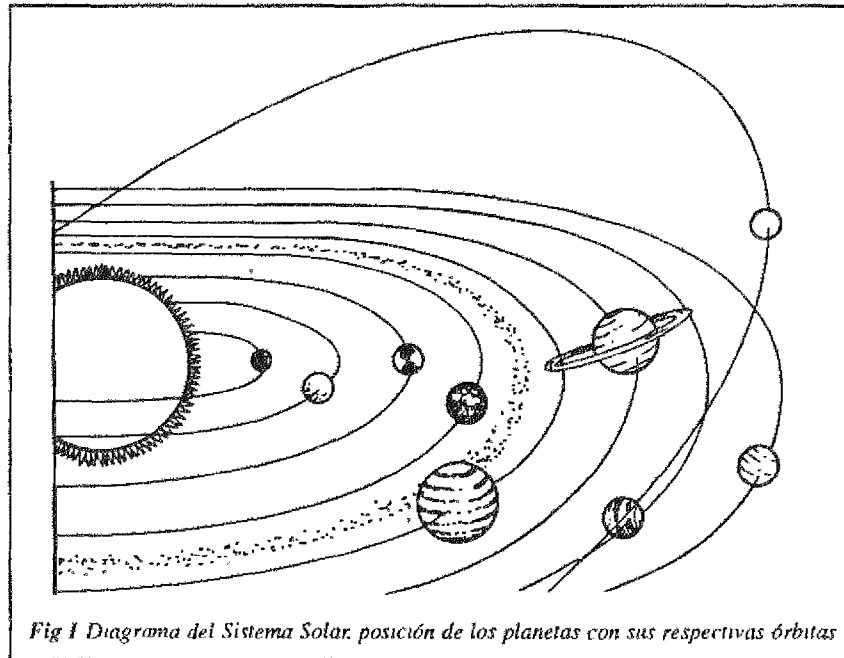




# LA TIERRA EN EL ESPACIO

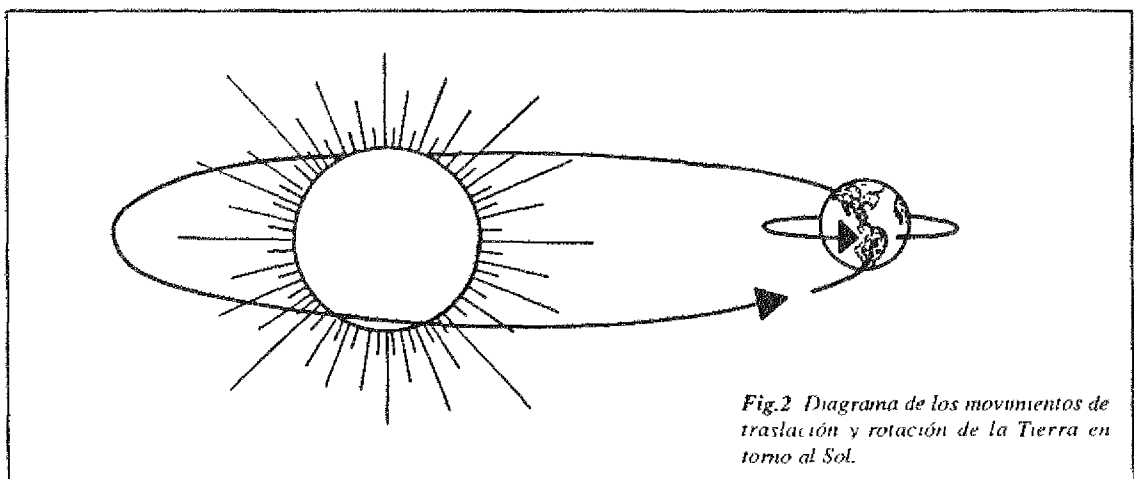
Antes de iniciar el estudio de algunos fenómenos atmosféricos es importante recordar varios aspectos de astronomía que juegan un papel determinante en la característica de la atmósfera terrestre y con ello en la formación de los fenómenos a estudiar.

Primeramente recordaremos que la Tierra ocupa el tercer lugar en el Sistema Solar respecto a la distancia al Sol (Fig 1), esta posición tiene su importancia por la cantidad de energía radiante proveniente del Sol, esta energía que la Tierra y su atmósfera reciben es determinante en los procesos atmosféricos.



*Fig 1 Diagrama del Sistema Solar. posición de los planetas con sus respectivas órbitas*

Además que la Tierra posee dos movimientos: el de rotación que realiza sobre un eje imaginario el cual pasa por los polos. este movimiento produce el efecto del día y la noche. El de traslación, corresponde al recorrido que efectúa el planeta en torno al Sol (Fig.2).



*Fig.2 Diagrama de los movimientos de traslación y rotación de la Tierra en torno al Sol.*

Otro aspecto a recordar es que la órbita que describe la Tierra no es una circunferencia, sino una elipse ligeramente alargada; el Sol ocupa uno de sus dos focos. En enero ocurre el perihelio, cuando la Tierra pasa por el punto más cercano al Sol, a 147.7 millones de kilómetros. Cuando se halla en el punto más lejano es llamado afelio y sucede en julio, cuando la distancia es de 152.2 millones de kilómetros (Fig.3) La distancia media entre el Sol y la Tierra se considera de 149.5 millones de kilómetros. El tiempo que tarda la Tierra en completar ese recorrido da origen al año terrestre que consta de 365 días, 5 horas, 48 minutos y 45,975 segundos (12)

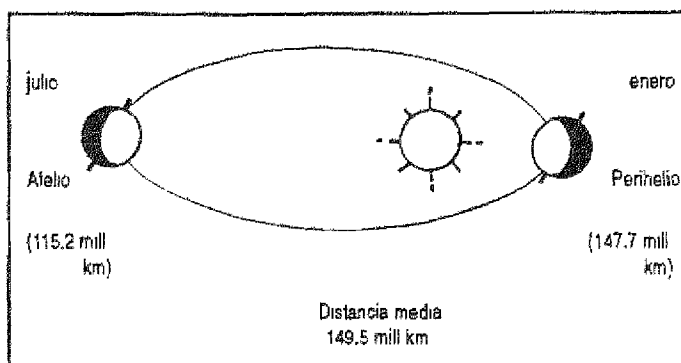


Fig.3 Posiciones extremas de la Tierra en su recorrido en torno al Sol (12)

También es importante tener presente que nuestro planeta posee una inclinación respecto a la órbita de traslación alrededor del Sol, cuya magnitud es de 23,3 grados. (Fig.4)

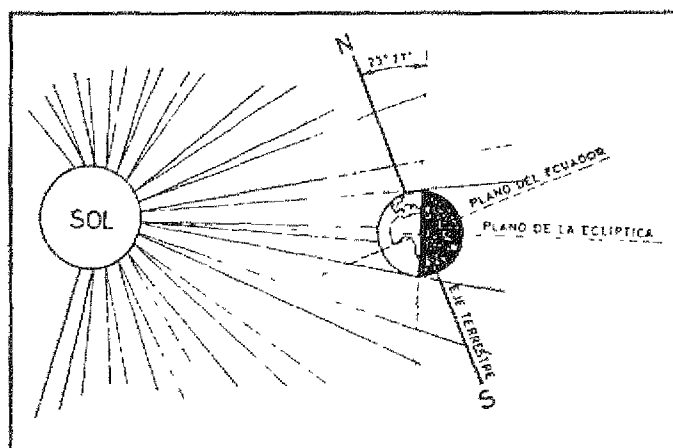
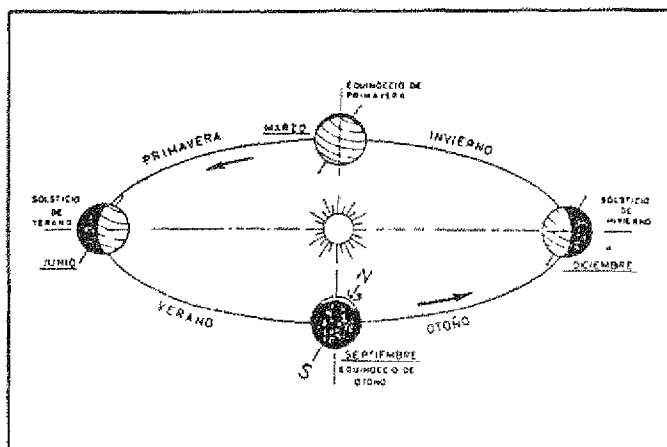


Fig. 4 Inclinación del ecuador terrestre con respecto al plano de la eclíptica (12).

Con respecto al movimiento de traslación de la Tierra alrededor del Sol, este se manifiesta por los cambios de las estaciones astronómicas; primavera, verano, otoño e invierno. Estas estaciones están determinadas por cuatro

posiciones principales de la Tierra durante este movimiento, opuestas dos a dos simétricamente que reciben el nombre de solsticio y equinoccio (Fig.5).



*Fig.5 Mecanismo de las estaciones astronómicas en el Hemisferio Norte, dependiendo del recorrido de la Tierra en torno al Sol y de su inclinación (12).*

El solsticio se da cuando en su movimiento de traslación la Tierra se encuentra en una posición tal que su eje está inclinado en su máximo ángulo de  $23.3^\circ$  hacia el Sol. Esta situación se presenta en el verano, mientras en el invierno se presenta lo opuesto. En una posición intermedia es cuando ocurren los equinoccios, el eje ecuatorial queda más expuesto hacia el Sol, dando lugar entre otras cosas a que el día y la noche tenga igual duración.

Las cuatro estaciones astronómicas no tienen la misma duración porque la Tierra recorre su trayectoria con velocidad variable, es más rápida cuando está más cerca del Sol y cuando está lejos es más lenta. Además las estaciones no se producen al mismo tiempo en el Hemisferio Norte y en el Hemisferio Sur, sino que están invertidos el uno en relación con el otro, por ejemplo, cuando en el Hemisferio Norte es invierno, en el otro Hemisferio es verano; cuando en uno es primavera, en el otro es otoño.

Cabe indicar que en cada Polo se ve el Sol durante medio año seguido, para reinar luego una noche en los seis meses siguientes. En los demás lugares de la Tierra, el Sol alcanza cada día una altura máxima diferente sobre el horizonte y el día dura menos de doce horas durante medio año y más de doce durante el resto.

Finalmente se puede concluir que la inclinación del eje terrestre, la posición de la Tierra en su recorrido de traslación y la esfericidad del planeta, hace que la energía incidente no sea la misma en toda la superficie terrestre.

# LA ATMOSFERA TERRESTRE

La atmósfera es la capa de aire que rodea la Tierra: es una mezcla de gases en la que se hallan suspendidas cantidades variables de partículas de materia sólida y líquida. La Fig. 6 muestra el perfil de la atmósfera terrestre, su composición química y las diferentes capas en que se divide.

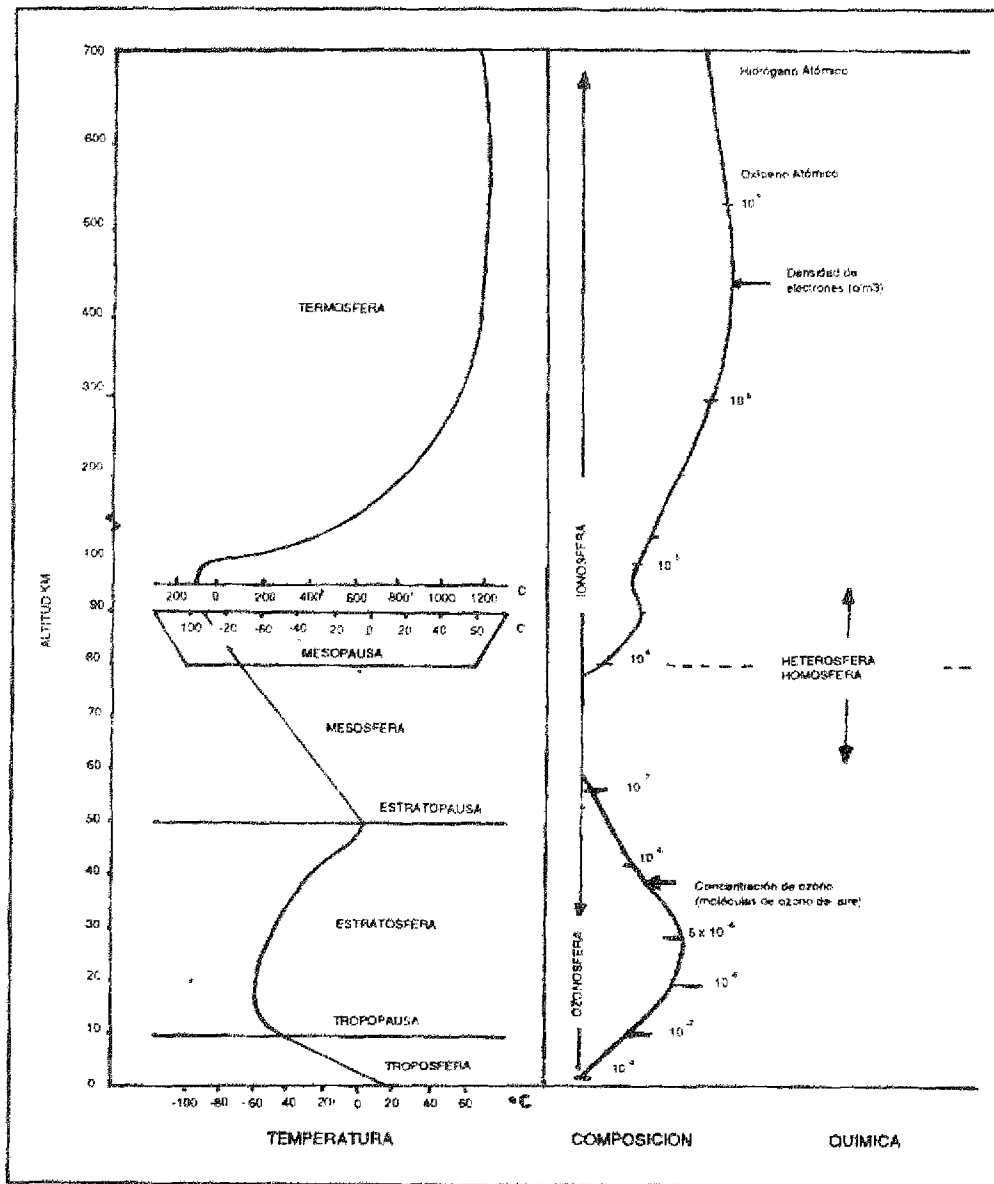


Fig. 6 Perfil vertical de las propiedades y capas de la atmósfera.

A la derecha de la figura se muestra la primera división que se hace con base en la mezcla de los gases, por lo tanto, la capa donde se considera relativamente bien mezclados se denomina **Homosfera**; abarca desde la superficie hasta aproximadamente 80 km. Le sigue la **Heterosfera**, en donde los diversos gases tienden a formar estratos de acuerdo con su respectivo peso; esta capa se localiza por encima de los 80 km.

La composición gaseosa de la atmósfera seca, por debajo de los 25 km, se distribuye de la siguiente forma (2):

Gas	Volumen porcentual (%)
Nitrógeno	78,09
Oxígeno	20,94
Argón	0,93
Dióxido de Carbono	0,03
Neón	0,0018
Helio	0,0005
Kriptón	0,0001
Hidrógeno	0,00005
Xenón	0,000008
Ozono	0,000003

Otra división que se presenta a la derecha de la figura es con base a las reacciones químicas que se producen: una primera capa se denomina **Ozonosfera**; aquí se desarrolla todo el proceso de formación de ozono y su respectiva distribución, la mayor concentración se localiza alrededor de los 30 km de altura. La segunda capa es la **Ionosfera**, porción de la atmósfera que está cargada eléctricamente por efecto de la radiación solar al interactuar con los gases existentes en esa región; ésta se localiza por arriba de los 60 km

Una tercera división se muestra a la izquierda de la Fig 6, la cual es la más utilizada y está en función del comportamiento de la temperatura en la atmósfera, las características de cada capa en esta división son las siguientes:

### **Troposfera**

- Capa de aire que se halla en contacto con la superficie terrestre.
- Es la capa más densa.
- Contiene casi todo el vapor de agua
- Esta capa es la más importante en la formación de los fenómenos meteorológicos.
- La temperatura desciende con la altura a razón de 6.5 °C/km.
- Su espesor varía en forma espacial y estacional, pero se establece un espesor medio de 10 km, cerca de los Polos y de 18 km en el Ecuador
- Toda la capa está coronada por una inversión de temperatura(+). Esta capa de inversión térmica se denomina Tropopausa.

### **Estratosfera**

- Se extiende desde la Tropopausa hasta unos 50 km.
- La temperatura primero es constante, luego aumenta con la altitud; se atribuye a la generación del ozono, ya que esta capa se asocia con la Ozonosfera.
- El vapor de agua no suele penetrar mucho en esta capa generalmente el aire es seco.
- También se encuentra coronada por una capa de transición, la Estratopausa

### **Mesosfera**

- Capa comprendida entre los 50 y 85 km.
- La temperatura disminuye rápidamente con la altura, llega a los 90 grados Celsius bajo cero, es el punto más frío de la atmósfera.
- Otra inversión corona esta capa la Mesopausa.

### **Termosfera**

- Se inicia a partir de los 90 km aproximadamente.
- La temperatura aumenta rápidamente con la altura y luego lo hace en forma más lenta. Este comportamiento se debe al efecto de la ionización que se efectúa a estas alturas; esta capa se asocia con la ionosfera

### **Exosfera**

- La base de la Exosfera se encuentra entre uno 500 y 750 km
- La composición de esta capa es de átomos de oxígeno, hidrógeno y helio.

(+) ver anexo 1

# LA ENERGIA DE LA ATMOSFERA

La energía que recibe la atmósfera es generada por la radiación solar; si se aplica la ley de la conservación de la energía a esa energía recibida, se obtiene de sus diversas transformaciones a través de la atmósfera y en la superficie terrestre una orientación sobre los "complejos fenómenos atmosféricos que llamamos tiempo" (19).

Los procesos de transformación, se inician cuando la energía que llega a la Tierra procedente del Sol, es interceptada a lo largo de su trayectoria en la atmósfera hacia la superficie de la Tierra por tres procesos físicos:

- La absorción: una pequeña parte es absorbida por ciertos gases como el oxígeno, el ozono y el vapor de agua. El ozono por ejemplo impide que la radiación ultravioleta llegue a la superficie terrestre. Mientras la superficie terrestre también absorbe parte de la energía.
- La reflexión: otra parte se refleja al espacio por la atmósfera misma, sus nubes y las superficies blancas del planeta.
- La dispersión: una pequeña cantidad queda dispersa en la atmósfera, esta dispersión es la que produce los colores en el cielo, el color azul que se observa es porque la energía radiante al "chocar" con las partículas suspendidas en la atmósfera cambia su nivel de energía, mostrando ese tono. Al amanecer o al atardecer se observan anaranjados o rojizos por la posición del Sol con respecto al horizonte. Este fenómeno óptico también se presenta cuando se hace pasar luz blanca a través de un prisma y éste la separa en sus componentes (los colores del arco iris), solo que la atmósfera dispersa más el azul.

La energía que queda en la atmósfera y en la superficie terrestre provocan intercambios entre ellos por medio de la radiación, la conducción, la evaporación y la convección que son el inicio del movimiento del aire y con ello de los fenómenos atmosféricos.