



conocer
Las nubes
Marcel Costa
Jordi Mazon

lectoLe ediciones

conocer
serie planeta vivo • 1





Conocer las nubes





Primera edición: octubre de 2009

© del texto: Marcel Costa y Jordi Mazon

© de esta edición: Lectio Ediciones

© de las fotografías: Albert Arce (pág. 78.1), Marcel Costa
(pág. 7-9, 11-13, 16-21.1, 22.2, 23, 25.2-35, 37-48, 50-51, 54-64, 65.2-75,
77, 78.2, 79.1, 81-85, 86), Jordi Mazon (pág. 10, 14, 21.2, 22.1, 25.1, 36,
49, 52-54, 65.1, 72, 76, 83), Alfons Puertas (pág. 86), Bruna Surinyac (pág. 79.2)

Edita: Lectio Ediciones
C/Violeta, 6 • 43800 Valls
Tel. 977 60 25 91
Fax 977 61 43 57
lectio@lectio.es
www.lectio.es

Diseño y composición: Imatge-9, SL

Impresión: Tesys Indústria Gràfica

ISBN: 978-84-96754-37-9

Depósito legal: B-31.582-2009





Índice

PÓRTICO	5	Nubes de cielo rojizo.....	48
INTRODUCCIÓN		Nimbostratos.....	50
¿Qué son las nubes?	8	LAS NUBES BAJAS	52
¿Cómo se forman las nubes?.....	9	Cúmulos.....	54
Las nubes y el agua en la		<i>Cumulus fractus</i>	56
atmósfera.....	13	<i>Cumulus humilis</i>	57
La clasificación internacional		<i>Cumulus mediocris</i>	58
de las nubes	15	<i>Cumulus congestus</i>	59
Los colores del cielo.....	20	Estratos.....	60
LAS NUBES		Estratocúmulos.....	62
LAS NUBES ALTAS.....	24	Tipos de niebla.....	64
Cirros.....	26	<i>Cumulonimbus calvus</i>	66
<i>Cirrus fibratus</i>	28	<i>Cumulonimbus capillatus</i>	68
<i>Cirrus spissatus</i>	29	Cumulonimbos en fase	
<i>Cirrus radiatus</i>	30	de disipación.....	70
<i>Cirrus uncinus</i>	31	Cumulonimbos: estructuras	
Cirrostratos.....	32	anexas y características	
Cirrocúmulos	34	suplementarias	72
LAS NUBES MEDIAS	36	<i>Pileus</i>	72
Altostratos.....	38	<i>Velum</i>	73
Altocúmulos.....	40	<i>Incus</i>	74
Altocúmulos lenticulares.....	42	<i>Arcus</i>	75
<i>Alto cumulus castellatus</i>	44	Mammato cúmulos.....	76
<i>Alto cumulus floccus</i>	45	Tipos de tormentas.....	78
<i>Alto cumulus stratiformis</i>	46	NUBES ESPECIALES	
<i>Alto cumulus stratiformis</i>		Pirocúmulos	82
<i>undulatus</i>	47	Estelas de condensación.....	84
		Antropocúmulos	86



Las nubes y el agua en la atmósfera

El agua en la Tierra

La Tierra se caracteriza por la abundancia de agua. No en balde se la llama el planeta azul. El 97% del total del agua del planeta se encuentra en los mares y océanos. En la atmósfera también encontramos agua, y en tres estados diferentes: en forma gaseosa, líquida o sólida. El vapor de agua es un gas minoritario dentro de la composición atmosférica, pero tiene un papel clave en su dinámica. La cantidad de vapor de agua en la atmósfera es muy variable, dependiendo del lugar y época del año, y oscila entre el 0% y el 4%. Las capas inferiores de la atmósfera, y especialmente la parte inferior de la troposfera, concentran la mayor parte del agua atmosférica.

Dentro de la atmósfera, el agua líquida (en forma de pequeñas gotas) y sólida (en forma de diminutos cristales de hielo) se encuentra siempre formando parte de la estructura de las nubes o de partículas que se desprenden de ellas. También en este caso, las capas inferiores, y casi de forma exclusiva la troposfera, concentran el agua atmosférica en estos estados.

Se calcula que el 90% del total de agua de la atmósfera se encuentra confinada en los 6 km inferiores.

La existencia de agua en la atmósfera y su dinámica son cruciales para mantener esta sustancia en nuestro planeta. Una parte del ciclo del agua se produce en la atmósfera, donde la que se evapora de los mares y océanos, así como el vapor de agua procedente de la evapotranspiración de las plantas, regresa a la superficie en forma de precipitaciones. Globalmente se evapora tanta como precipita, aunque el reparto es muy desigual. En las regiones de clima árido, especialmente en las áreas marítimas, se evapora mucha más de la que precipita, mientras que en las zonas húmedas pasa justo al revés.

Una de las características diferenciales de nuestro planeta es la abundancia de agua, que cubre el 70,9% de su superficie





La mayor parte del agua presente en la atmósfera procede de la evaporación de mares y océanos

El agua en la atmósfera y en las nubes

Las nubes están formadas por gotas de agua líquida o sólida, pero no por vapor de agua, como errónea y frecuentemente se cree. El vapor es invisible y se incorpora a la atmósfera proveniente de los mares y océanos, de las aguas continentales y de la vegetación. El 86% del total de este vapor atmosférico procede de los mares y océanos, mientras que el 14% restante proviene de las áreas continentales (ríos, lagos y evapotranspiración de plantas).

Todos estos procesos de transformación del agua líquida en vapor requieren una aportación de energía calorífica que procede mayoritariamente del Sol, que es el principal motor del ciclo del agua en la atmósfera.

Dentro de la atmósfera, el vapor puede transformarse en pequeñas gotas de agua o cristales de hielo. Estos cambios de estado se producen cuando la masa de aire donde se encuentra el agua en forma de vapor sufre un enfriamiento o un aumento de volumen, o los dos procesos al mismo tiempo. Tanto la condensación (paso de vapor en líquido) como la sublimación (paso de vapor en sólido) liberan calor al aire. Esto tiene un papel importante en los intercambios energéticos que se producen en la atmósfera.

Las gotitas líquidas o pequeños cristales de hielo de reducidas dimensiones que forman la estructura de las nubes no pueden mantenerse de manera estable si no se forman encima de alguna partícula sólida que se encuentre en suspensión en la atmósfera. Estas partículas, llamadas núcleos de condensación, tienen orígenes muy distintos: minúsculos cristales de sal procedentes del mar; polvo de las zonas áridas; granos de polen y esporas; partículas que integran el humo, etc. Cuando tiene lugar el proceso de condensación o sublimación, permiten la formación de gotas o cristales mayores y más estables. Sin su presencia, las nubes no existirían, ni tampoco las precipitaciones, ya que las reducidas dimensiones de las gotas o cristales que se pueden formar en ausencia de núcleos de condensación provocan la rápida evaporación o sublimación nuevamente al cabo de muy poco tiempo.

Un caso poco conocido pero bastante frecuente en la atmósfera son las llamadas gotas en subfusión o sobreenfriadas. Se trata de gotitas de agua líquida pero que se encuentran por debajo de 0 °C. Pueden encontrarse en este estado hasta -40 °C como consecuencia de los procesos de descompresión que experimentan. Forman parte de la estructura de algunos tipos de nubes bajas y de la totalidad de nubes medias.



La clasificación internacional de las nubes

La clasificación internacional de nubes que se utiliza hoy en día es obra de Luke Howard, un farmacéutico inglés de principios del siglo XIX aficionado a la observación de las nubes. Howard, después de hacer muchas observaciones y dibujos de las nubes, propuso un sistema de clasificación parecida a lo que el naturalista sueco Karl von Linné había propuesto años atrás para los seres vivos. En función de su aspecto, estableció diez géneros básicos de nubes, a los que llamó con un nombre en latín, en función de los rasgos más distintivos. También propuso algunas especies y variedades, también nombradas en latín, que se podían diferenciar dentro de cada género.

La clasificación actual propuesta por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) se basa en la establecida por Luke Howard y cada género puede tener varias especies y variedades. Así, las nubes de un determinado género, a pesar de tener unas características comunes, pueden tener formas y disposiciones diferentes en función de la especie y variedad a la que pertenecen.

Las especies se describen atendiendo principalmente a su silueta y estructura, y son excluyentes entre sí, dentro de cada género. Las variedades se establecen principalmente a partir de su disposición en el cielo o su grado de transparencia. De esta forma, para designar con total exactitud una nube debemos añadir dos adjetivos al nombre del género de la nube. Estos adjetivos nos servirán para definir la especie y la variedad a la que pertenece la nube. En el siguiente cuadro se muestran las diferentes especies y variedades que existen para cada género de nubes. Los cuadros vacíos indican que no hay especies o variedades de un determinado género.

Género	Abreviatura	Especies	Variedades
Cirros	Ci	<i>fibratus, radiatus, spissatus, castellanus, floccus</i>	<i>intortus, radiatus, vertebratus, duplicatus</i>
Cirrocúmulos	Cc	<i>stratiformis, lacunosus, castellanus, floccus</i>	<i>undulatus, lacunosus</i>
Cirrostratos	Cs	<i>fibratus, nebulosus</i>	<i>duplicatus, undulatus</i>
Altocúmulos	Ac	<i>stratiformis, lenticularis, castellanus, floccus</i>	<i>translucidus, perlucidus, opacus, duplicatus, undulatus, radiatus, lacunosus</i>
Altostratos	As		<i>translucidus, opacus, duplicatus, undulatus, radiatus</i>
Nimbostratos	Ns		
Estratocúmulos	Sc	<i>stratiformis, lenticularis, castellanus</i>	<i>translucidus, perlucidus, opacus, duplicatus, undulatus, radiatus, lacunosus</i>
Estratos	St	<i>nebulosus, fractus</i>	<i>opacus, translucidus, undulatus</i>
Cúmulos	Cu	<i>fractus, humilis, mediocris, congestus</i>	<i>radiatus</i>
Cumulonimbos	Cb	<i>calvus, capillatus</i>	



Esquema representativo de los diez géneros de nubes

Significado de las especies y variedades

Las características que permiten describir cada una de las especies y variedades de nubes que se conocen son las siguientes:

- *Spissatus* (= espeso): que tiene partes apreciablemente espesas (se aplica a los cirros).
- *Translucidus* (= traslúcido): que deja pasar parcialmente el Sol a través.
- *Uncinus* (= torcido): que acaba como un gancho dirigido hacia arriba (se aplica a los cirros).
- *Castellatus* o *castellanus* (= castillo): que tiene forma de torre redondeada por encima.
- *Lenticularis* (= lenteja): que tiene forma de lenteja o lente biconvexa.
- *Fractus* (= fracturado): que está roto o deshilachado (está deshaciéndose).
- *Humilis* (= humilde): que tiene unas dimensiones pequeñas (se aplica a los cúmulos cuando son más anchos que altos).
- *Mediocris* (= mediocre): que tiene un tamaño medio (se aplica a los cúmulos cuando son tan anchos como altos).
- *Congestus* (= congestionado): que tiene grandes dimensiones y crecimiento vertical (se aplica a los cúmulos cuando son más altos que anchos).

- *Calvus* (= calvo): que tiene la parte superior lisa (como la calva de una persona; se aplica a los cumulonimbos).

- *Capillatus* (= con pelos): que tiene la parte superior fibrosa (fibras similares a las de los cirros; se aplica también a los cumulonimbos).

- *Vertebratus* (= vertebrado): que sus elementos se disponen alrededor de un eje (como la espina de un pez).

- *Undulatus* (= ondulado): que tiene una disposición en ondulaciones como la arena de la playa.

- *Radiatus* (= radiado): que está dispuesta en bandas que convergen hacia un punto del horizonte, como los radios de la mitad de una rueda de bicicleta.

- *Floccus* (= formado por copos): los elementos que integran la nube son como pequeños copos cumuliformes.

- *Stratiformis* (= estratificado): la nube está extendida formando una capa que ocupa una gran extensión, muchas veces cubre casi todo el cielo.

El aspecto diferente de nubes de un mismo género permite diferenciar varias especies. En la parte central de esta imagen se ven cirros con forma torcida de la especie llamada uncinus. Un poco más a la izquierda, otros cirros, largos y marcadamente filamentosos, pertenecen a la especie fibratus



- *Lacunosus* (= con lagunas): la nube o el grupo de nubes muestra espacios de cielo azul redondeados y bastante bien definidos que se reparten regularmente por su extensión.
- *Nebulosus* (= borroso): nube en forma de capa o velo sin detalles destacables.
- *Opacus* (= opaco): nubes extensas con un grosor lo bastante grande como para esconder totalmente el Sol o la Luna.
- *Intortus* (= enrollado): nube con filamentos enrollados irregularmente (se aplica a los cirros).
- *Duplicatus* (= duplicado): nube formada por dos o más capas superpuestas.
- *Perlucidus* (= perforado): nube que presenta pequeños espacios entre sus elementos a través de los que se ve el cielo azul, el Sol o la Luna.

Las familias de nubes

Aparte de la descripción de los géneros, especies y variedades mencionadas hasta ahora, algunas características comunes de las nubes permiten agruparlas en tres familias en función de la altura a la que se encuentre su base. Curiosamente, esta agrupación en tres familias coincide con una clasificación propuesta por el naturalista francés Jean-Baptiste Lamarck en el s. XIX.

En el siguiente cuadro, se muestran los diferentes géneros agrupados por familias y las alturas de referencia de cada una. Hay que mencionar que, en algunos casos, las dimensiones de un determinado género pueden sobrepasar la franja altitudinal específica de su familia, pero siempre se utiliza como referencia la altura en la que se encuentra la base. Los cumulonimbos son el ejemplo más claro de esta situación, ya que su base se encuentra entre menos de 1.000 m y casi 3.000 m, pero se pueden extender verticalmente hasta el límite de la troposfera. A pesar de eso, se clasifican como nubes bajas.

<i>Familia de nubes</i>	<i>Altura de su base</i>	<i>Géneros incluidos dentro de la familia</i>
Bajas	Entre 0 m y 3.000 m	Estratos Cúmulos Estratocúmulos Cumulonimbos
Medias	Entre 3.000 m y 6.000 m	AltoCúmulos Altostratos Nimbostratos
Altas	De 6.000 m hasta el límite superior de la troposfera (varía dependiendo de la latitud y la época del año)	Cirros Cirrostratos CirroCúmulos

Para identificar visualmente las nubes, un primer dato a considerar es la dimensión predominante. Básicamente, hay dos grupos de nubes:

- Las estratificadas o estratiformes, en las que la dimensión horizontal es claramente superior que la vertical.
- Las cumuliformes, en las que la dimensión vertical es, como mínimo, igual que la horizontal.



La altura a la que se encuentra la base de las nubes sirve para definir las tres familias en las que se basa su clasificación. En esta imagen, hecha desde un avión, se pueden ver cúmulos, un género de nubes bajas, en la parte inferior y nubes altas del género cirros en la parte superior

Estas características se encuentran reflejadas en las raíces *stratus* y *cumulus* en el nombre de los diferentes géneros de nubes.

Una vez identificado a cuál de estos dos grandes tipos pertenece una nube, podemos buscar la familia a la que pertenece, a partir de las características generales de cada una, y, finalmente, determinar el género concreto a partir de la forma específica.

Información complementaria

La descripción completa de una nube requiere también la descripción de alguna característica suplementaria o estructura o nube anexa destacable, en el caso de que presente, así como del tipo de nube que la ha originado. En este último caso, se añade la terminación *-genitus* al nombre del género que ha formado una

determinada nube. Si decimos, por ejemplo, que hemos observado un *Cirrus cumulonimbogenitus*, significa que esta nube se ha formado a partir de una nube de tormenta o cumulonimbo.

Los altostratos que se observan en la imagen muestran una cortina de precipitación que no alcanza el suelo, en la parte central de la base. Esta característica suplementaria que pueden presentar muchos géneros de nubes se denomina técnicamente virga



En el caso de las estructuras anexas, cuando la nube las presenta, nos limitaremos a mencionar su nombre después del género, especie y variedad que lo describen. En el siguiente cuadro, se muestran las características suplementarias o estructuras nubosas anexas que puede presentar cada género de nubes. Los cuadros vacíos indican que un determinado género no presenta nunca ningún tipo de característica suplementaria o nube anexa.

En la tercera columna del cuadro, se mencionan los diferentes géneros de nubes que pueden ser el origen de cada uno de los géneros nubosos en los que se basa la clasificación internacional. En el caso de los cirrocúmulos, el cuadro está vacío porque no pueden originarse a partir de ningún otro género de nubes, sino que se forman siempre directamente.

Géneros	Características suplementarias o nubes anexas	Géneros de nubes de origen
Cirros	<i>mamma</i>	Cirrocúmulos, altocúmulos, cumulonimbos
Cirrocúmulos	<i>virga, mamma</i>	
Cirrostratos		Cirrocúmulos, cumulonimbos
Altocúmulos	<i>virga, mamma</i>	Cúmulos, cumulonimbos
Altostratos	<i>virga, praecipitatio, pannus, mamma</i>	Altocúmulos, cumulonimbos
Nimbostratos	<i>virga, praecipitatio, pannus</i>	Cúmulos, cumulonimbos
Estratocúmulos	<i>virga, praecipitatio, mamma</i>	Altostratos, nimbostratos, cúmulos, cumulonimbos
Estratos	<i>praecipitatio</i>	Nimbostratos, cúmulos, cumulonimbos
Cúmulos	<i>pileus, velum, virga, praecipitatio, arcus, pannus, tuba</i>	Altocúmulos, estratocúmulos
Cumulonimbos	<i>pileus, velum, virga, praecipitatio, arcus, pannus, tuba, incus, mamma</i>	Altocúmulos, altostratos, nimbostratos, estratocúmulos, cúmulos

Las particularidades, estructuras o nubes anexas contempladas en la clasificación internacional de las nubes pueden describirse de la siguiente manera:

- *Mamma*: bolsas que cuelgan de la parte inferior de la nube en forma de mamas.
- *Virga*: cortina de precipitación que no alcanza el suelo.
- *Praecipitatio*: cortina de precipitación que alcanza el suelo.
- *Pannus*: fragmentos desgarrados que cuelgan de la base de una nube que está precipitando.
 - *Pileus*: sombrero en forma de boina en la parte superior.
 - *Velum*: capa nubosa muy fina que rodea parte o la totalidad de la nube.
 - *Arcus*: base de la nube en forma de arco.
 - *Tuba*: manga de un tornado o tromba marina que cuelga de la base de la nube.
 - *Incus*: que tiene forma de yunque en la parte superior (se aplica a los cumulonimbos).



Los colores del cielo

La observación de la atmósfera nos permite contemplar y disfrutar de una gran diversidad de nubes y fenómenos meteorológicos. Pero también de una gran diversidad de cromatismos y tonalidades diferentes que puede presentar el cielo. Del azul más intenso de los días anticiclónicos hasta las puestas de Sol rojizas causadas por polvo en suspensión proveniente del norte de África, o al gris de la sombra de la Tierra proyectada en el aire.

El azul del cielo

La atmósfera está formada por una mezcla homogénea de gases, principalmente nitrógeno y oxígeno. La luz solar la vemos blanca, pero en realidad está formada por una combinación de los siete colores del arco iris. Cuando entra en la atmósfera, las moléculas de los gases que la forman actúan de dos maneras. Por una parte, descomponen la luz blanca en los siete colores básicos, pero no de la misma forma. El azul es el color de la luz solar que es más fácilmente dispersado, mientras que al resto le cuesta más. Por otra parte, estas moléculas de oxígeno y nitrógeno esparcen la luz solar en todas direcciones, fenómeno que se conoce como dispersión de la luz. Al ser la atmósfera proporcionalmente delgada, las moléculas del aire sólo tienen tiempo de dispersar en todas direcciones el color azul y no el resto de colores, razón por la que el cielo es azul.

Cielo púrpura

Algunas veces el cielo puede presentar al ponerse o al salir el Sol un color púrpura y lila, con tonalidades rojizas. Esta coloración, poco frecuente, suele observarse cuando en las capas altas de la troposfera y en las ba-

El color habitual del cielo diurno es el azul debido a la dispersión de la luz de este color por los gases atmosféricos





Las tonalidades púrpuras en el cielo pueden observarse durante el crepúsculo de la mañana o al atardecer, cuando hay partículas sólidas en suspensión en las capas altas de la troposfera y en la estratosfera

jas de la estratosfera hay partículas sólidas muy finas en suspensión, generalmente inyectadas por las erupciones volcánicas, aunque también puede producirse por las partículas de humo provenientes de los incendios forestales, o el polvo muy fino de

zonas desérticas levantado por fuertes vientos. Los rayos solares, de color rojo fundamentalmente a la puesta y a la salida, chocan con estas partículas, y se dispersan y mezclan con los pocos rayos de color azul que quedan, lo cual da como resultado esta breve coloración púrpura y lila del cielo. La mayor intensidad de esta coloración se da cerca del horizonte y, por lo tanto, son necesarios paisajes muy abiertos para poder contemplarla.

Cielo rojizo

En algunas ocasiones, cuando en el aire hay una elevada concentración de partículas sólidas de tamaño muy pequeño que se encuentran en suspensión, actúan como las moléculas de nitrógeno y oxígeno, pero, en este caso, dispersan más intensamente las tonalidades rojizas. De esta manera, sobre todo a la puesta y salida del sol, el cielo aparece de una coloración extraordinariamente rojiza. A nuestras latitudes, las partículas en el aire que dan este fenómeno suelen ser partículas de arena del desierto del Sáhara o partículas de humo de los incendios forestales. También las cenizas de las grandes erupciones volcánicas pueden hacer un efecto parecido.

Cielo blanquecino

En las grandes áreas urbanas, sobre todo las que están cerca de la costa durante el verano, muchas veces el cielo no es azul, sino más bien blanco, o de un azul blanquecino, sin que haya ningún tipo de nubosidad. La contaminación es la causante. El tráfico de los vehículos, las industrias y otras actividades emiten gases y partículas de contaminación (NOx, SOx, partículas sólidas en suspensión...). Las partículas sólidas emitidas directamente y algunas que pueden formarse a partir de los gases contaminantes en condiciones de humedad moderada o baja dispersan la luz pero sin producir la separación en colores. Por eso la luz blanca dispersada en todas direcciones da esta tonalidad en el cielo. Si la humedad es elevada, estas partículas actúan como núcleos de condensación, y favorecen la formación de neblinas o nieblas.

Cuando hay una elevada concentración de partículas sólidas en suspensión en la atmósfera, a menudo se observan tonalidades rojas en el cielo al amanecer y al atardecer



La presencia de gases y partículas contaminantes favorece la dispersión de la luz blanca por el cielo



La sombra de la Tierra

Cuando el aire muestra una gran transparencia, algo difícil en las zonas marítimas, y, por lo tanto, hay pocas partículas en suspensión que difundan los rayos solares en todas direcciones, es posible observar la sombra de la Tierra proyectada en el cielo. Este fenómeno es más fácil de ver desde lugares elevados, y desde llanuras con grandes horizontes. Una vez el Sol se ha puesto por poniente, los rayos solares topan con la superficie del planeta Tierra y proyectan al horizonte de levante una banda de un color azul apagado, con tonalidades grises, a menudo con una banda difusa rojiza en la parte superior; que contrasta con el azul del cielo de más arriba, donde todavía inciden los rayos solares de manera directa. Esta banda más oscura es la sombra de la Tierra, la cual va desapareciendo a medida que el cielo se oscurece. Justo antes de la salida del sol por levante, se observa nuevamente este fenómeno, pero esta vez al horizonte de poniente.

En zonas con mucha visibilidad y un aire limpio se puede observar la sombra de la Tierra proyectada en el cielo antes de salir el Sol o después del ocaso





Cirrus fibratus (Ci fib)



Los Cirrus fibratus se caracterizan por estar integrados por filamentos blancos claramente diferenciables y separados por espacios de cielo azul

Descripción

1

A veces los cirros se presentan como trazas bastante rectas, formados por hilos blancos y estirados en el cielo, más o menos paralelos, razón por la que se llaman *fibratus*. A menudo estas trazas presentan unas pequeñas ondulaciones. Entre estas nubes filamentosas y estiradas, el cielo se ve claramente de color azul, hecho importante para diferenciarles de los *Cirrostratus fibratus*, los cuales se les parecen mucho en la forma, pero con la diferencia que éstos no dejan ver con nitidez el azul del cielo entre sus fibras por la presencia de un velo blanquecino.

Formación y predicción

2

Se pueden formar en variadas condiciones meteorológicas. A menudo indican el acercamiento de un frente cálido y, por lo tanto, de un cambio en el tiempo.

Fenómenos asociados

3

Halos primarios y secundarios.

