Protocolos de Nubes



Objetivo General

Observar el tipo y la cobertura de nubes, incluyendo las estelas de condensación.

Visión General

El alumnado observa cuáles de los diez tipos de nubes y de los tres tipos de estelas de condensación se ven en su cielo y qué porcentaje de éste está cubierto por nubes y el porcentaje que está cubierto por estelas de condensación.

Objetivos Didácticos

Aprender a hacer cálculos a partir de las observaciones y a clasificar las nubes a partir de su descripción general.

El alumnado aprende los conceptos meteorológicos de altura de las nubes, tipos y cobertura de nubes, y aprenden los diez tipos básicos de nubes.

Conceptos Científicos

Ciencias de la Tierra y del Espacio

El tiempo puede describirse a partir de observaciones cualitativas.

El tiempo cambia de un día para otro y a lo largo de las estaciones.

El tiempo varía a escala espacial local, regional y global.

Las nubes se forman por la condensación del vapor de agua en la atmósfera.

Las nubes influyen en el tiempo y en el clima. La atmósfera tiene diferentes propiedades a diferentes altitudes.

El vapor de agua pasa a la atmósfera a partir de la evaporación desde la superficie terrestre y de la transpiración de las plantas.

Ciencias físicas

La materia existe en diferentes estados – sólido, líquido y gaseoso.

Geografía

La naturaleza y la cantidad de cobertura de nubes influyen en las características del sistema físico geográfico.

Habilidades de investigación científica

Utilizar una carta de nubes para clasificar las nubes.

Estimar la cobertura de nubes.

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y dirigir investigaciones científicas.

Usar las matemáticas adecuadas para analizar los datos

Desarrollar descripciones y explicaciones usando la evidencia.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir procedimientos, explicaciones y previsiones.

Tiempo

10 minutos

Nivel

Todos

Frecuencia

Diariamente, en el intervalo de una hora del mediodía solar local.

Como apoyo a las mediciones de ozono y aerosoles.

A la hora de paso de un satélite.

Otras horas también son posibles.

Materiales y Herramientas

Hoja de datos de investigación de la atmósfera u

Hoja de datos de nubes

Carta de nubes GLOBE

Observando el tipo de nubes (en el Apéndice)

Requisitos Previos

Ninguno

Protocolos de Nubes— Introducción

Nubes y Atmósfera

El agua en el ambiente puede estar en estado sólido (hielo y nieve), líquido o gaseoso (vapor de agua). Según se desplaza de un sitio a otro, el agua se puede fundir, evaporar o condensar. Estos cambios ocurren según el agua se va calentando o enfriando.

El agua en la atmósfera existe en las tres fases (sólido, líquido, gaseoso) y cambia de fase dependiendo de la temperatura y de la presión. Al igual que la mayoría del resto de gases que componen la atmósfera, el vapor de agua es invisible para el ojo humano. Sin embargo, a diferencia de la mayoría del resto de gases de la atmósfera, bajo determinadas condiciones el vapor de agua puede pasar de gas a partículas sólidas o gotas líquidas. Si las temperaturas están por encima del punto de congelación, el vapor de agua se condensa en gotitas de agua. Si están por debajo, como siempre están en la alta atmósfera, se pueden formar pequeños cristales. Cuando hay un gran número de gotitas de agua o de cristales de hielo se forman las nubes que vemos. Así, las nubes nos informan sobre la temperatura del aire y del agua en el cielo. También influyen en la cantidad de luz solar que llega al suelo y en lo lejos que podemos ver.

En la troposfera, la capa más baja de la atmósfera, la temperatura disminuye con el aumento de altitud. Dado que los cristales de hielo se forman a grandes altitudes, a menudo son transportados lejos de la región en la que se formaron por los fuertes vientos de las corrientes de chorro. A lo largo de este proceso de formación y movimiento, los cristales de hielo a menudo se fusionan formando cristales más grandes y después comienzan a caer. Estos cristales que caen o son transportados por el viento crean vetas que nosotros vemos como nubes tenues. Estas vetas son a menudo curvadas por el viento, que puede soplar a diferentes velocidades a diferentes altitudes.

Otros tipos de nubes son también transportadas por el viento. Las corrientes ascendentes ayudan a la formación de nubes muy altas; las corrientes descendentes tienden a crear espacios despejados entre las nubes. Los vientos horizontales mueven las nubes de un lugar a otro. Las nubes que se forman sobre lagos y océanos son transportadas hacia la tierra seca, llevando precipitación. Los fuertes vientos en las capas altas de la atmósfera algunas veces desplazan las partes más altas de las nubes creando formas de yunque o transportando cristales de hielo lejos en la dirección del viento hasta zonas despejadas.

Los cristales de hielo y las gotas de agua dispersan la luz de manera diferente. Las nubes densas absorben más luz solar que las poco densas. Los tipos de nubes, las fases del agua y la cantidad de nubes, hielo y gotas de lluvia influyen en la cantidad de luz solar que atraviesa la atmósfera y calienta la superficie de la Tierra. Las nubes también pueden influir en la facilidad con la que el calor desprendido por la superficie de la Tierra puede escapar de la atmósfera de vuelta al espacio.

Observando las nubes podemos obtener información sobre la temperatura, la humedad y las condiciones del viento en diferentes lugares de la atmósfera. Esta información ayuda en el pronóstico del tiempo. Las observaciones de nubes también nos ayudan a comprender cuánta luz solar está alcanzando el suelo y la facilidad con la que puede escapar el calor del suelo y de la baja atmósfera, y esta información es importante en la comprensión del clima.

Nubes y Tiempo

Los tipos de nubes que se ven a menudo dependen de las condiciones que se estén experimentando o que pronto se experimentarán. Algunas nubes se forman sólo cuando hay buen tiempo, mientras otras traen chubascos o tormentas. Los tipos de nubes presentes proporcionan una información importante sobre el movimiento vertical a diferentes alturas en la atmósfera. Prestando atención a las nubes ¡pronto serás capaz de utilizar la formación en nubes para pronosticar el tiempo!

Los tipos de nubes pueden indicar una tendencia en el patrón del tiempo. Por ejemplo, los altocúmulos son generalmente el primer indicador de que se pueden producir chubascos a lo largo del día. En latitudes medias, se puede observar el avance de un frente cálido viendo cambiar el tipo de nube de cirro a cirroestrato. Después, según se aproxima el frente, las nubes se hacen más densas y más bajas, convirtiéndose en altostratos. Cuando la precipitación comienza, las nubes altostratos se convierten en nimboestratos, inmediatamente antes de que llegue el frente.

Los tipos de nubes son un importante indicador de los procesos que se producen en la atmósfera. Las nubes indican que el aire húmedo está ascendiendo, y sólo se puede producir precipitación cuando esto ocurre. Las nubes generalmente son la primera señal de que se aproxima mal tiempo, aunque no todas las nubes están vinculadas a mal tiempo.

Nubes y Clima

Las nubes desempeñan un importante papel en el clima. Son la fuente de precipitaciones, influyen en la cantidad de energía procedente del sol que llega a la superficie de la Tierra y aislan a la superficie de la Tierra y la baja atmósfera.

A cualquier hora aproximadamente la mitad de la superficie terrestre está cubierta de nubes. Las nubes reflejan parte de la luz solar hacia el exterior de la Tierra, manteniendo el planeta más frío de lo que estaría. Al mismo tiempo, las nubes absorben parte de la energía calorífica desprendida por la superficie terrestre y devuelven parte de este calor al suelo, manteniendo la superficie de la Tierra más caliente de lo que estaría. Los datos tomados desde satélites muestran que, como media, el efecto de enfriamiento causado por las nubes es mayor que el efecto de calentamiento. Los científicos calculan que si nunca se formaran nubes en la atmósfera terrestre, nuestro planeta estaría unos 20°C más caliente como media.

Las condiciones de la Tierra influyen en la cantidad y tipos de que nubes que se forman. Esto ayuda a conformar el clima local. Por ejemplo, en los bosques tropicales, los árboles liberan grandes cantidades de vapor de agua. El calentamiento diario provoca el ascenso del aire, se forman las nubes y se producen intensas precipitaciones. Unos tres cuartos del agua en los bosques tropicales se recicla de esta manera y la cobertura de nubes es casi total durante la mayor parte del año. Por el contrario, en un desierto no hay fuente superficial de humedad, y generalmente el cielo está despejado. En estas condiciones se produce un mayor calentamiento por la luz del Sol y las temperaturas máximas son superiores. En ambos casos, el clima local – precipitación y temperatura está ligado a las nubes.

Las actividades humanas también influyen en la formación de nubes. Un ejemplo claro y evidente son las estelas de condensación. Estas son nubes lineales que se forman cuando un avión atraviesa una parte de la atmósfera que tiene las condiciones apropiadas de humedad y temperatura. Los gases emitidos por el avión también contienen algo de vapor de agua, así como pequeñas partículas aerosolesque proporcionan núcleos condensación para la formación de cristales de hielo. En algunos lugares, el tráfico aéreo está provocando un cambio apreciable en la nubosidad, lo que puede influir tanto en el tiempo como en el clima.

¿Cómo influiría en la formación de nubes un aumento de la temperatura media de la superficie de la Tierra? Si el agua de océanos y lagos se calienta, se evaporaría más agua. Esto incrementaría la cantidad total de agua en la atmósfera y la cobertura de nubes, pero ¿qué tipo de nubes se formarían? ¿Se produciría un aumento de nubes altas o bajas? Todas las nubes reflejan la luz solar, contribuyendo a enfriar la superficie de la Tierra, pero las nubes altas devuelven menos calor al espacio y, por ello, contribuyen a calentar más la superficie que las nubes bajas. Por ello, los cambios en las temperaturas de la superficie podrían estar relacionados con la formación de las nubes.

Muchas fuentes oficiales de observación meteorológica están utilizando equipos automatizados para observar las nubes. Estos sistemas de mediciones automatizadas no realizan observaciones del tipo de nubes. Esto hace que las observaciones de las nubes del alumnado GLOBE y otros observadores meteorológicos amateur sean las únicas fuentes de datos.

Desde 1960, los científicos también han utilizado los satélites para observar las nubes. Estas observaciones comenzaron con simples imágenes de nubes, pero se están incorporando técnicas más avanzadas. Los científicos están trabajando desarrollar para métodos automatizados para inferir los tipos de nubes a partir de las imágenes de satélite en el visible e infrarrojo. Esta tarea es difícil, y se necesitan observaciones desde tierra para su comparación. La detección de estelas de condensación desde el espacio es especialmente difícil, dado que muchas estelas son demasiado estrechas para poder verse en imágenes de satélite. Las observaciones del tipo de nubes del alumnado GLOBE son una fuente importante para estas observaciones desde tierra.

Apoyo al Profesorado

Todo el mundo observa las nubes. Los niños y niñas a menudo las miran e imaginan que ven formas de varios obietos en el cielo. En GLOBE, el alumnado cambiará lo que busca en el cielo por propiedades específicas, científicamente significativas – tipo de nubes y cobertura. Un buen hábito a desarrollar es mirar al cielo cada vez que se salga al aire libre. Preste atención a lo que está sucediendo en la atmósfera. ¡Le puede sorprender todo lo que ocurre! El alumnado realiza las observaciones de las nubes con sus ojos. El único material que necesitan es la carta de nubes de GLOBE, de manera que estos protocolos son fáciles de poner en marcha, pero identificar la cobertura y tipo de nubes es una habilidad. El alumnado mejorará con la práctica; cuanto mayor sea la frecuencia con que se realizan las observaciones de las nubes, más seguros sentirán con estas mediciones, y mayor será la calidad de los datos.

Al utilizar estaciones meteorológicas automatizadas que sólo disponen de instrumentos capaces de visualizar nubes a altitudes entre 3.000 y 4.000 metros, muchas nubes medias y altas, incluyendo las estelas de condensación, no se observan. Las observaciones de nubes de GLOBE proporcionarán un conjunto de datos útiles, continuando las observaciones visuales que se han recogido a lo largo de unos 100 años y están siendo sustituidas por observaciones automatizadas. Algunas preguntas para ayudar al alumnado a elegir el mejor sitio para realizar las mediciones serían:

¿Desde qué lugar del recinto del centro se podrían ver más nubes? ¿Desde dónde se verían menos?

Pida al alumnado que haga un mapa del recinto del centro. El alumnado más joven puede simplemente esbozar las características principales, tales como el o los edificios del centro, los aparcamientos, los patios de recreo, etc. Los alumnos mayores podrían añadir más detalles, relacionados por ejemplo a la superficie del patio de recreo, (, asfaltada, cubierta de hierba, o suelo desnudo). Pídales que indiquen cualquier arroyo o laguna, y las áreas con árboles. Podrían medir qué proporción del cielo está oculta por edificios y árboles usando el clinómetro y otras técnicas proporcionadas en Documentación del Sitio de Atmósfera. El objetivo es tener una imagen del recinto del centro, de manera que los alumnos comprendan porqué se eligió el sitio para las observaciones de nubes. Cada año, un nuevo

grupo de alumnos puede repetir la realización de este mapa con esta finalidad.

Consejos para Realizar las Mediciones Cobertura de Nubes

El cálculo de cobertura de nubes es subjetivo, meteorólogos importante. Los climatólogos deben tener observaciones precisas cobertura de nubes para calcular correctamente la cantidad de radiación solar que es reflejada o absorbida antes de que la luz solar llegue a la superficie de la Tierra, y la cantidad de radiación que emite la superficie de la Tierra y la baja atmósfera que es reflejada o absorbida antes de que pueda escapar al espacio.

Como se deduce a partir de la actividad de aprendizaje Estimación de la Cobertura de Nubes, el ojo humano tiende a sobreestimar el porcentaje de cielo cubierto por nubes. Realizar esta actividad con el alumnado es una buena forma de empezar a realizar mediciones precisas. Otro aspecto clave para la precisión en la cobertura de nubes es observar todo el cielo que es visible desde el sitio de estudio de atmósfera. Una vez que el alumnado comienza a realizar las observaciones de cobertura de nubes es importante que sus observaciones se realicen en grupos pequeños, en los que se puede alcanzar un consenso. Una manera útil de realizar la observación es dividir el cielo en cuatro cuadrantes, estimar la cobertura en cada cuadrante y finalmente calcular la media. Esto se puede realizar utilizando valores decimales o fracciones, dependiendo de los conocimientos matemáticos del alumnado. Las mavores discrepancias se producirán generalmente en situaciones dudosas, donde una categoría esté próxima a la otra. Las categorías de cobertura de nubes se muestran en la Tabla AT-N-1.

Según se vaya adquiriendo experiencia en la realización de estas mediciones, los alumnos se cuenta de que las nubes tridimensionales y que tienen espesor. Cuando se mira hacia el horizonte, el cielo puede parecer más cubierto de nubes de lo que realmente está porque los espacios entre las nubes están ocultos a la vista. Este efecto es más significativo en nubes bajas que en nubes medias y altas (estas categorías se trabajan en Tipos de Nubes). También se produce este efecto más cuando hay cúmulos que estratos. Si al mirar directamente hacia arriba el patrón observado de cobertura de nubes

Tabla AT-N-1

Porcentaje	Si menor	Si mayor que o igual a
10%	Despejado	Aisladas
25%	Aisladas	Dispersas
50%	Dispersas	Roto
90%	Roto	Oculto

es de ráfagas individuales o largos rollos de nubes separados por áreas despejadas, y la apariencia general de las nubes es similar mirando hacia el horizonte, es razonable deducir que hay espacios entre estas nubes también, y que la cobertura de nubes no es del 100% en el horizonte.

Este protocolo incluye una categoría "Despejado" que debe ser utilizada cuando no hay nubes visibles en el cielo y una categoría "Cielo oculto", que debe ser utilizada cuando el observador no pueda ver e idenficar claramente las nubes v estelas de condensación del cielo debido a diversos fenómenos meteorológicos. Si no es posible ver las nubes y estelas de condensación en más de un cuarto del cielo, no se informarán sobre nubes o estelas de condensación utilizando una de las categorías habituales, sino que se informará de cielo oculto, y después informará sobre el o los fenómenos responsables de la visibilidad limitada del cielo. Se debe enviar como metadata información sobre las nubes y estelas de condensación de la parte del cielo que está visible, si el cielo está sólo parcialmente oculto. Los posibles fenómenos causantes de cielo oculto se definen a continuación:

Niebla

La niebla son nubes a nivel del suelo que limitan la visibilidad en el suelo y sobre éste. Las nubes de tipo estrato están generalmente asociadas con la niebla. En zonas costeras, montañas y valles, la niebla suele ser frecuente en las observaciones GLOBE de mediodía. En esta categoría se incluye la niebla helada o polvo de diamante que es típico del tiempo libre de nubes de altas latitudes.

Humo

Las partículas de humo, procedentes de incendios forestales u otras fuentes, a menudo limitan severamente la visibilidad en y sobre el suelo. Si hay humo habrá olor a humo, lo que permitirá diferenciarlo de la niebla.

• Calima

La calima se origina a partir de un conjunto de gotitas de agua muy pequeñas o de aerosoles pueden gotitas de (aue ser contaminantes o partículas de polvo natural suspendidas en la atmósfera). proporcionan en conjunto un tinte rojizo, marrón, amarillento o blanco. El smog entraría en esta categoría. GLOBE tiene un nuevo Protocolo de Aerosoles para profesores que deseen aprender más sobre la calima y sus causas. Cuando hay calima, durante la mayor parte del tiempo las nubes son observables. Esta categoría únicamente se utiliza cuando la calima es tan extrema que las nubes no se pueden ver.

• Ceniza volcánica

Una de las fuentes naturales más importantes de aerosoles en la atmósfera es la erupción de un volcán. En estos casos, es posible que puedan estar cayendo cenizas sobre los centros escolares, o que existan otras limitaciones a la visibilidad (quizá un penacho de humo encima).

Polvo

El viento a menudo levanta polvo (pequeñas partículas sólidas – arcilla y limo) y lo transporta miles de kilómetros. Si no se puede ver el cielo porque hay polvo en suspensión o cayendo, por favor, indica esta categoría. Las tormentas de polvo pueden restringir la visibilidad en algunos lugares, y también se recogerían en esta categoría, por ejemplo, si el alumnado no pudiera salir al exterior por una tormenta de polvo, se informaría de que el cielo está oculto y la causa sería el polvo.

Arena

La arena suspendida en el viento, o las tormentas de arena, generalmente necesitan vientos más fuertes que el polvo, pero pueden dificultar igualmente la visibilidad del cielo.

• Bruma

Cerca de las grandes láminas de agua, los fuertes vientos pueden llevar gotitas de agua en suspensión en cantidad suficiente para reducir la visibilidad e impedir que el cielo se pueda distinguir claramente. Esta categoría generalmente se restringe al área inmediatamente adyacente a la costa; tierra adentro, las partículas de sal pueden quedar suspendidas una vez que las gotitas de agua se hayan evaporado, dando lugar a aerosoles.

• Lluvia intensa

Si la lluvia cae con intensidad cuando se realiza la observación, es posible que el cielo no sea visible. Aunque pueda parecer cubierto, si no se puede ver el cielo entero se deberá informar de que el cielo está oculto, y que la causa es la lluvia intensa.

Nieve intensa

La nieve puede también caer con intensidad suficiente como para impedir que el observador tenga una clara visibilidad del cielo y de la cobertura de nubes.

Ventisca

Cuando el viento sopla con suficiente fuerza como para levantar la nieve del suelo, puede impedir la observación del cielo. Si se están produciendo condiciones de ventisca (fuertes vientos y la nieve aún está cayendo con intensidad), se deberá informar de ambas categorías.

Cobertura de Estelas de Condensación

La misma técnica de división del cielo en cuatro cuadrantes descrita anteriormente para la cobertura de nubes se puede utilizar para la estimación de la cobertura de estelas de condensación. Una única estela de condensación persistente que cruce el cielo cubre menos del 1% del mismo (ver la Actividad de Aprendizaje *Cálculo de la Cobertura de Nubes*). Por ello, contar estelas de condensación puede ser también una buena herramienta para cálculo. Cuando el cielo está oculto, como se describe arriba, las mediciones de cobertura de estelas de condensación no pueden realizarse.

Recuerden que la cobertura de estelas de condensación se mide aparte de la cobertura de nubes. Por ello, cuando se calcule la cobertura de nubes no se deben incluir las estelas de condensación. Cuando se observen estelas de condensación que se solapen con nubes, se debe informar de ello en la metadata.

Tipo de Nubes

El tipo de nubes es una medición cualitativa. La carta de nubes GLOBE, la prueba interactivo de nubes del sitio Web de GLOBE y otra información sobre nubes disponible en libros de texto y de recursos online puede ser útil para ayudar al alumnado a distinguir tipos de nubes. Sin embargo, las imágenes bidimensionales son diferentes a las observaciones reales del cielo, que son tridimensionales, y no hay nada mejor que la experiencia para la realización de observaciones de nubes.

El sistema de tipos de nubes está organizado en 3 categorías dependiendo de la altura o altitud de la base de la nube. Las nubes altas (cirro- o cirros) están generalmente compuestas por cristales de hielo y, por ello, su aspecto es más delicado. Debido a que están más lejos del observador parecerán más pequeñas que otros tipos de nubes, en general. Las tenues estelas que a menudo se ven en las nubes altas son cristales de hielo cayendo y sublimándose (pasando de sólido a gas). Por lo general, se puede ver el sol a través de las nubes altas, y las partículas de hielo de las nubes cirroestratos dispersan la luz solar para formar un anillo brillante, llamado halo, alrededor del sol.

El nombre de las nubes medias siempre comienza con el prefijo alto-. Estas nubes están principalmente compuestas por gotitas de agua, aunque pueden contener algo de hielo. Algunas veces el sol puede verse a través de estas nubes también, pero sin anillo.

Las nubes bajas están más cerca del observador, y siempre parecen ser algo más grandes. Pueden ser mucho más oscuras, pareciendo más grises que las nubes altas o medias. Las nubes bajas pueden extenderse hasta altitudes mucho mayores, lo que puede verse cuando hay intervalos despejados entre las nubes.

Una vez hecha esta diferenciación básica (alta/media/baja), el siguiente punto a decidir es la forma de la nube. Si los rasgos de la nube son de una capa bastante uniforme será una nube estratiforme, de tipo estrato. La mayoría de las nubes que tienen forma de ráfagas, rollos, bandas o penachos son cumuliformes, de la familia de los cúmulos. Finalmente, si una nube produce precipitación (que el observador pueda ver), debe contener la palabra nimbo en su nombre. Las tenues formas producidas por las nubes de hielo casi siempre se producen a altas altitudes y, por ello, se las llama

por el mismo nombre que las nubes altas – cirro- o cirros. Realizando la *Actividad de Aprendizaje Observación de las Nubes* con el alumnado de vez en cuando ¡adquirirá más soltura a la hora de identificar los tipos de nubes en un cielo complejo!

Tipos de estelas de Condensación

Las estelas de condensación generalmente se producen a gran altitud, como las nubes cirro- o cirros. Sin embargo, al igual que las nubes inducidas por actividades humanas, se informa de las estelas en una categoría aparte. Hay tres clases de estelas de condensación. Estas son:

- Corta duración las estelas de condensación que desaparecen enseguida y forman líneas cortas en el cielo que se desvanecen según aumenta la distancia de los aviones que las crean.
- Persistentes no dispersas estas estelas de condensación permanecen más tiempo después de que el avión que ha provocado su formación haya desaparecido de la zona. Forman líneas largas, generalmente estrechas, de anchura aproximadamente constante cruzando el cielo. Estas estelas no son más anchas que el dedo índice visto con el brazo extendido.
- Persistentes dispersas estas estelas de condensación también se mantienen durante mucho tiempo después de que el avión que las ha creado haya abandonado la zona. Forman largas vetas que se han ensanchado con el tiempo. Estas estelas son más anchas que el dedo índice visto extendiendo el brazo. Este tipo es el único que puede ser visto a partir de imágenes de satélite; y únicamente cuando son más anchas que cuatro dedos vistos con el brazo extendido. Por ello, anotar la anchura equivalente de estos cuatro dedos en la metadata será muy útil para los científicos.

Consulte el sitio Web del GLOBE para ver más imágenes de los diferentes tipos de estelas de condensación.

Las estelas de condensación de corta duración se forman cuando el aire por el que pasa el avión está algo húmedo. Las estelas persistentes se forman cuando el aire está muy húmedo, y es más probable que influyan sobre el clima que las estelas de corta duración.

Preparación de los Estudiantes

Los cálculos de tipo de nubes y cobertura de nubes son mediciones subjetivas, por lo que es bueno implicar a varios alumnos en la tarea. Cada alumno debería realizar sus propias lecturas; posteriormente, se deberían poner de acuerdo como grupo. No hay que sorprenderse si los alumnos inicialmente tienen dificultades para realizar estos cálculos. Incluso los observadores experimentados discuten sobre qué tipo de nube están viendo, o exactamente qué porcentaje del cielo está cubierto por nubes. Según se vaya adquiriendo experiencia en la realización de estas observaciones, se empezarán a apreciar las sutiles diferencias en los distintos tipos de nubes.

Aquí se muestran dos maneras efectivas de ayudar al alumnado a realizar mediciones lo más precisas posible:

- Practicar la observación del tipo de nubes realizando la prueba interactiva de nubes GLOBE, disponible en el rincón de recursos del sitio web GLOBE, o dedicando tiempo a la identificación de los ejemplos de los tipos de nubes predominantes en tu localidad;
- 2. Hacer las siguientes Actividades de Aprendizaje de la Guía GLOBE del Profesorado de Investigación de la Atmósfera
 - Cálculo de la Cobertura de Nubes
 - Observación, Descripción e Identificación de nubes
 - Observación de las Nubes

Estas actividades están diseñadas para proporcionar al alumnado la oportunidad de adquirir habilidad en la identificación del tipo de nubes y la cobertura de nubes

Algunas veces puede resultar difícil que el alumnado llegue a un consenso respecto al tipo de nubes observadas. Sin embargo, esto es una parte importante del proceso de descubrimiento científico. Puede ser útil incluir algún comentario en la sección de Metadata de la *Hoja de Datos*.

Realizar simulaciones entre compañeros fomentará la confianza en la realización de observaciones entre el alumnado. Asegúrese de que hacen observaciones de todo el cielo. Una de las mejores maneras de hacer esto es en grupos de cuatro alumnos, estando de pie, de espaldas, uno mirando al norte, otro al este, otro al sur, y otro al oeste. De esta manera, cada alumno se responsabiliza del cálculo de la cobertura de nubes en su cuadrante, desde el horizonte hasta directamente sobre su cabeza.

Hay que asegurarse de que todos definan su cuadrante de la misma manera. Una vez que cada alumno ha realizado el cálculo (usar intervalos de 10%, o fracciones como octavos o décimos), haye la media de los cuatro cálculos sumándolos y dividiendo entre 4. Este método será particularmente útil cuando se tiene un cielo difícil que da lugar a cálculos diferentes entre los miembros de los grupos.

El siguiente consejo puede ayudar al alumnado a determinar las alturas de las nubes cúmulos: pídeles que extiendan el brazo y que alineen sus dedos con la nube que están observando. Una buena regla general para usar es que si las ráfagas, rollos, ondas individuales de las nubes son menores que el ancho de un dedo, son cirrocúmulos. Si no son más anchas que dos dedos, pero son más anchas que uno, es más probable que sean altocúmulos. Si es más ancha que dos dedos, será cúmulo (busca nubes aisladas); estratocúmulos (muchas nubes y más anchas que altas, quizá alargadas en bandas); o cúmulonimbos (producen precipitación).

Para distinguir entre las alturas de las diferentes nubes estratos, recuerda lo siguiente: cirroestratos es el único tipo de nube que produce un halo alrededor del sol o la luna. El halo tendrá todos los colores del arco iris. Los altostratos apenas cubren el sol o la luna, su aspecto generalmente será más oscuro, un color gris medio. Los estratos serán, por lo general, muy grises y muy bajos. La niebla es, de hecho, una nube de tipo estrato a altitud cero.

Aquí hay algunas preguntas que se pueden plantear según se realizan las observaciones de las nubes:

¿Qué tipo de cielo se ve? ¿Qué tipo de cielo ven otros alumnos de centros cercanos?

¿Deberían tener el mismo tipo de cielo?

La cobertura de nubes en concreto puede ser un fenómeno muy local y, por ello, el tipo de nubes puede variar significativamente de un lugar a otro cercano. Cuando la observación se considera como en conjunto para un gran grupo de centros GLOBE, las observaciones de las nubes son más útiles.

Las observaciones de nubes son también importantes en otros protocolos GLOBE.

Cuestiones para Posterior Discusión

¿Cambian los patrones de nubes durante el año? ¿Cómo?

¿Afecta la cobertura de nubes al clima local? ¿Qué fiabilidad tienen los pronósticos del tiempo locales basados únicamente en las observaciones del tipo de nubes? ¿Pueden mejorarse usando otras mediciones GLOBE?

¿Influyen las condiciones de las nubes y los fenómenos que obstaculizan nuestra visión del cielo en el tipo de vegetación y suelo de nuestra zona? Si es así, ¿cómo?

¿Cómo se comparan nuestras observaciones de las nubes con las imágenes de satélite de nubes?

¿Se ven a menudo estelas de condensación en el área local? ¿Por qué sí o por qué no?

¿Están relacionados los tipos de nubes y las estelas de condensación que se observan?

¿Cómo están relacionadas las nubes que se ven con las montañas, lagos, ríos, bahías o el océano?

Protocolo de Cobertura de Nubes y de Cobertura de Estelas de Condensación

Guía de Campo

Actividad

Observar qué porcentaje del cielo está cubierto por nubes y por estelas de condensación.

Qué se necesita

 Hoja de Datos de Investigación de Atmósfera , Hoja de Datos de Nubes, Hoja de Datos de Ozono u Hoja de Datos de Aerosoles.

En el campo

- 1. Completar la cabecera de la *Hoja de Datos*.
- 2. Mirar al cielo en todas las direcciones.
- 3. Calcular qué porcentaje del cielo está cubierto por nubes que no son estelas de condensación.
- 4. Anotar la clase de cobertura de nubes que mejor se ajusta a lo que se ve.
- 5. Anotar la clase de cobertura de estelas de condensación que predomina en el porcentaje de cielo cubierto por estelas de condensación.

Clasificaciones de la cobertura de nubes	Clasificaciones de las estelas de condensación
Sin nubes No hay nubes en el cielo; no hay nubes visibles.	Ninguna No hay estelas de condensación visibles.
Despejado Hay nubes, pero cubren menos que una décima parte (o 10%) del cielo.	0-10 % Hay estelas de condensación, pero cubren menos que una décima parte (10%) del cielo.
Nubes aisladas Las nubes cubren entre una décima parte (10%) y un cuarto (25%) del cielo.	10-25 % Las estelas de condensación cubren entre una décima parte (10%) y un cuarto (25%) del cielo.
Nubes dispersas Las nubes cubren entre un cuarto (25%) y la mitad (50%) del cielo.	25-50% Las estelas de condensación cubren entre un cuarto (25%) y la mitad (50%) del cielo.
Cielo roto Las nubes cubren entre la mitad (50%) y nueve décimas partes (90%) del cielo.	> 50% Las estelas de condensación cubren más de la mitad (50%) del cielo.
Cubierto Las nubes cubren más que nueve décimos (90%) del cielo.	
Las nubes y las estelas de condensación no se pueden	ulto observar porque más de un cuarto (25%) del cielo no de ver con claridad.

se puede ver con claridad.

- 6. Si el cielo está oculto, anotar qué es lo que impide ver el cielo. Informar sobre todos aquellos fenómenos, de entre los siguientes, que se observen:
 - Ceniza volcánica
 Polvo Niebla
 Humo
 Calima
 - Bruma Lluvia intensa Nieve intensa Ventisca Arena

Protocolo de Tipo de Nubes y Tipo de Estelas de Condensación

Guía de Campo

Actividad

Identificar cuál de los diez tipos de nubes y cuáles de los tres tipos de estelas de condensación se observan .

Qué se necesita

 Hoja de Datos deInvestigación de Atmósfera o Hoja de Datos de Nubes o Hoja de Datos de Ozono o Hoja de Datos de Aerosoles

- Carta de nubes GLOBE

- Observación del tipo de nubes(en el Apéndice)

En el campo

- 1. Observar las nubes, mirar en todas las direcciones, incluyendo justo sobre la cabeza del observador. Tener cuidado de no mirar directamente hacia el sol.
- 2. Identificar los tipos de nubes que se ven utilizando la carta de nubes GLOBE y las definiciones que aparecen en *Observación del Tipo de Nubes*.
- 3. Marcar la(s) casilla(s) de la *Hoja de Datos* indicando todos los tipos de nubes que se observen.
- 4. Hay tres tipos de estelas de condensación. Anotar el número de cada tipo de estela que veas.



Estelas de condensación

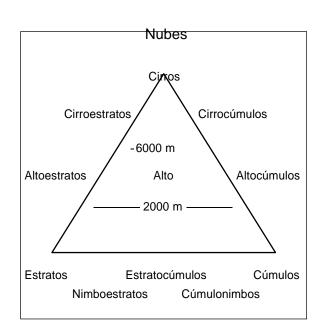
Corta duración



Persistentes no dispersas



Persistentes dispersas



Preguntas Frecuentes

1. ¿Por qué hay que informar sobre la cobertura de nubes cuando no hay nubes?

Es tan importante para los científicos saber cuándo no hay nubes en el cielo como cuándo las hay. Por ello es importante informar siempre sobre la cobertura de nubes, ¡incluso en un bonito día de cielo azul! ¿Cómo se puede calcular de manera exacta la cobertura media de nubes si siempre faltan los datos de los días completamente despejados? También hay que tener en cuenta que el cielo despejado es la medición más fácil desde el suelo, pero la más difícil de determinar con seguridad a partir de imágenes de satélite.

2. ¿No se puede diseñar un instrumento para medir la cobertura de nubes?

Sí, de hecho, se emplean lásers para medir esto, y el instrumento se llama cielómetro. Los cielómetros miden la fracción de cielo cubierta por nubes, pero son muy caros. Además, muchos de los cielómetros que se utilizan hoy en día sólo proporcionan estimaciones precisas de cobertura de nubes hasta alturas de unos 3,5 kilómetros, lo que les hace inservibles para la mayoría de las nubes medias y para las nubes altas. La medición de la cobertura de nubes hace referencia al conjunto de todas las nubes a todos los niveles, y las observaciones humanas son aún el meior método para medirla desde el suelo. Asimismo. los cielómetros realizan mediciones en un punto único o en un perfil, lo que puede no ser representativo de la cobertura global de nubes.

3. ¿Hay alguna forma de asegurarse de que las observaciones son precisas, ya que no hay instrumentos para calibrar?

La práctica ayudará a mejorar en el cálculo de la cobertura de nubes. Se pueden comparar las observaciones propias con las realizadas por vecinos cercanos, o compararlas con las observaciones "oficiales", pero recuerda que algunos días las condiciones de las nubes varían incluso en distancias cortas y que pueden cambiar en minutos. Al realizarlas cada día, poco a poco ¡te sentirás cada vez más seguro!

4. Tenemos problemas para decidir el tipo de nube. ¿Cómo podemos saber si lo hacemos bien?

No se puede saber con certeza. Lo más importante es practicar la identificación de los tipos de nubes tanto como sea posible. Si se dispone de acceso a Internet se puede hacer el cuestionario interactivo de nubes, que se encontrará online en el Sitio Web de GLOBE. También, se puede encontrar la carta de nubes GLOBE, que se puede cortar y hacer tarjetas para practicar la identificación.

5. ¿Es este sistema de observación del tipo de nubes en GLOBE único o nuevo en algún sentido?

Este sistema es el mismo que los meteorólogos han venido utilizando durante doscientos años. Muchos científicos dicen que empezaron a interesarse por la ciencia a partir de la observación cielo y percibir cómo iba cambiando (de tipos de nubes) de un día a otro. Las bases científicas del sistema de observación del tipo de nubes no han cambiado sustancialmente desde que se creó. La clasificación sistemática de las nubes en los diez tipos básicos fue motivada, al menos en parte, por la clasificación de especies de seres vivos en los reinos Animal y Vegetal por los biólogos. De hecho, los meteorólogos a menudo hacen una subdivisión de los tipos de nubes en otras variedades específicas de cada tipo de nube. Castellanus hace referencia a torrecillas tipo castillo, que son nubes que indican inestabilidad atmosférica, y quizá indiquen precipitación. Lenticulares, nubes con forma de lentes, generalmente formadas sobre las altas montañas. Los cúmulos se dividen a menudo en humilis (indicadora de buen tiempo, hinchada) o *congestus* (muy alta, amontonada como una coliflor, muy alta).

6. ¿Qué se debe indicar si sólo una parte del cielo está oculto, pero puedo determinar los tipos de nubes de una parte del cielo?

Si más de un cuarto del cielo está oculto, se deberá indicar cielo oculto, e informar sobre los tipos de nubes que se ven en la metadata. Si menos de un cuarto del cielo está oculto, anote la cobertura de nubes y los tipos de nubes, e indique en la metadata qué porcentaje del cielo está oculto.

7. No estoy seguro de si lo que veo es un cirro o una antigua estela de condensación dispersa

Llegado un punto no se puede distinguir entre ambas. En esta situación, por favor, indica que lo que ves es un sobre cirro, pero también indica en los comentarios que los cirros parecen proceder de una estela de condensación.

Protocolo de Nubes – Interpretando los Datos

¿Son Razonables los Datos?

Dada la naturaleza subjetiva de las observaciones de las nubes, puede ser muy difícil determinar si los datos son razonables.

Primero se debe comprobar la consistencia interna de las observaciones y los datos. Por ejemplo, si hay un cielo con cobertura de nubes compuesta por estratos, estratocúmulos o nimboestratos, decir que hay nubes altas o cirros sería improbable, dado que los observadores desde el suelo no podrían ver nubes altas a través de la densa cobertura de nubes más bajas. Otro ejemplo sería decir que existen nubes de tipo cirro con cielos nublados: las nubes cirro raramente están presentes en las cantidades necesarias para cubrir el 90% del cielo. Lo mismo ocurre con las nubes de tipo cúmulo, ya que debe haber espacios entre las nubes para que sean de tipo cúmulo (en lugar de estratocúmulos).

¿Qué Buscan los Científicos en estos Datos?

Muchas estaciones oficiales de observación meteorológica del mundo han dejado de realizar observaciones del tiempo. Las organizaciones meteorológicas nacionales tienen dos razones fundamentales para este cambio. En primer lugar, los satélites meteorológicos están observando constantemente la superficie de la Tierra y la atmósfera, y se ha mejorado la determinación de la cobertura de nubes a partir de imágenes de satélite en los últimos años. En segundo lugar, muchas estaciones meteorológicas están realizando sus observaciones mediante instrumentos automatizados. Estos instrumentos no pueden determinar el tipo de nubes y están generalmente limitados en su capacidad para distinguir capas de nubes medias y altas. Los instrumentos automáticos pueden sólo percibir nubes hasta los 3,6 km de altitud y muchos tipos de nubes son demasiado altas para que los aprecien la mayoría de estos cielómetros. Así, sólo pueden distinguir la mitad de los tipos de nubes (cúmulos, cumulonimbos, estratos, estratocúmulos, y nimboestratos).

Las nubes se han observado y asociado a cambios del tiempo durante siglos; de hecho, nuestro sistema de clasificación de nubes es de hace unos 200 años. Los cambios que se observan en las nubes ayudan a los meteorólogos a pronosticar el tiempo.

Observar que un cielo despejado cambia a cielo

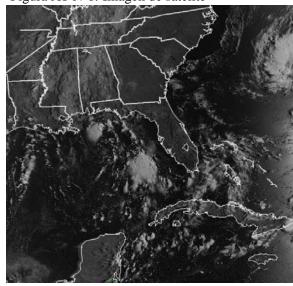
con nubes aisladas de tipo cúmulo, y que puede cambiar a cúmulos dispersos y cumulonimbos, puede



indicar que pronto habrá tormentas. Cuando está cubierto por una nube de tipo estrato que se disipa hasta convertirse en un estratocúmulo, se puede esperar que llegue tiempo despejado. Los climatólogos observan los cambios de nubes a lo largo de períodos de tiempo extensos, para ver si hay un incremento o una disminución en la cobertura o en el tipo de nubes.

Desde principios de los 1960, los meteorólogos han dispuesto de imágenes de satélites meteorológicos que pueden ser usadas para ver las nubes (generalmente aparecen como áreas blancas en las imágenes de satélite) tales como la Figura AT-N-1, donde se muestra una imagen visible del satélite meteorológico de órbita polar NOAA 15 del Golfo de Méjico, cerca del sudeste de los Estados Unidos. Se ven nubes sobre las aguas del oeste de Florida, en las Bahamas y en el borde este de la imagen, en Carolina del Norte. Las áreas terrestres del sudeste de los Estados Unidos están bastante despejadas a lo largo del Océano Atlántico, pero más hacia el oeste se ven algunas nubes que no parecen tan brillantes. Esto les indica a los meteorólogos que estas nubes son probablemente más bajas y/o no tan densas como las blancas brillantes de esta imagen del mediodía. Los científicos que trabajan con datos de satélites necesitan buenas observaciones de nubes desde la superficie para validar sus observaciones a partir de satélites. Estas observaciones son importantes porque ayudan a los meteorólogos a conocer la precisión de sus observaciones.

Figura AT-N-1: Imagen de satélite



En general, cuantos más centros GLOBE realicen observaciones de nubes, mejor para los científicos que necesiten utilizar estos datos para valorar la precisión y consistencia de sus observaciones.

Las imágenes de satélite no siempre proporcionan a los científicos una idea clara de qué tipos de nubes hay. Esto es particularmente cierto en el caso de las estelas de condensación, que generalmente son demasiado estrechas para poder observarse desde el espacio. Por esta razón, es importante para los científicos poder encontrar áreas de nubes bajas, medias y altas, dado que cada tipo de cobertura tendrá diferente capacidad de bloquear la luz solar y atrapar la radiación infrarroja.

Observemos algunos mapas para ver cómo se debe proceder en tales investigaciones. La Figura AT-N-2 muestra algunas observaciones de la cobertura de nubes de un día de primavera en parte de los Estados Unidos y Canadá, cerca de los Grandes Lagos. Los Grandes Lagos son grandes masas de agua que proporcionan abundante humedad a la atmósfera, a partir de la evaporación. Altos niveles de vapor de agua a menudo dan lugar a cielos nubosos. El mapa del tiempo de ese día será también útil para comprender qué tipo de nubes había aquel día. En general, el aire debe ascender para producir nubes y los sistemas de baja presión y los frentes son las zonas donde con mayor probabilidad se formarán nubes.

Observe el gran número de áreas grises cerca del centro del estado de Ohio en el mapa de arriba. A partir de la leyenda del mapa se sabe que esto indica áreas de cielos cubiertos. Hay unas pocas estaciones cercanas en las que no está cubierto, incluyendo una observación de un cielo oculto, uno roto y uno disperso. Quizá un sistema de tormenta esté afectando a un área bastante grande del norte de Ohio y del oeste de Pensilvania. Al oeste de esta zona, las observaciones son principalmente de cielos despejados. Lo mismo ocurre en la parte Este del mapa, donde los cielos están casi despejados. Fíjese qué similares son las observaciones del tipo de nubes en cada región.

Cada observación de la cobertura de nubes también contiene una observación del tipo de nube, en la que el alumnado identifica cada uno de los diez tipos posibles de nubes presentes. Hacer un mapa de tales observaciones sería demasiado complicado, dado que hay muchas

combinaciones posibles. Los mapas GLOBE de cobertura de nubes se dibujan dividiendo todos los tipos de nubes en sus categorías de altura -bajas, medias y altas- y combinaciones de estas. Ver Figura AT-N-3.

Concentrémonos una vez más en el este de Ohio. Se observa que casi todas las observaciones son rojas, con un par de cuadrados verdes, un par de cuadrados azules, y un cuadrado violeta. La leyenda del mapa muestra que los cuadrados rojos son nubes bajas (L), los cuadrados verdes son nubes medias (M), y los cuadrados azules son nubes altas (H). El cuadrado violeta es para una observación de nubes bajas y altas combinadas. Una vez más, las observaciones de nubes son generalmente similares entre sí, con la mayoría de los centros GLOBE coincidiendo en que había nubes bajas presentes.

Al observar la parte este del mapa, hay muchos centros mandando datos sobre nubes altas, medias y bajas, y nubes bajas y altas. Quizá estos centros se encuentren en la trayectoria de un frente que se está desplazando hacia el Este de Ohio.

Un Ejemplo de Investigación del Alumnado

Diseño de una Investigación

Natalia ha estado siempre interesada en las nubes. Ella siempre está dibujándolas e imaginando formas a partir de ellas. Natalia es una de las alumnas de su clase que se ofrece voluntaria para realizar las mediciones GLOBE de atmósfera y le gusta de verdad observar las nubes. Natalia decide hacer su propia carta de nubes para la clase, usando algodones, papel blanco, cartulina azul, y pegamento. Su profesora decide convertirlo en un proyecto de clase, y crean un bonito mural con ejemplos de los tipos de cobertura en él (de la Actividad de Aprendizaje Cálculo de la Cobertura de Nubes), e imágenes de cada uno de los diez tipos de nubes.

Natalia se pregunta si el cielo que ella ve es el mismo cielo que se ve desde otros centros cercanos. La clase decide comparar sus observaciones de nubes diarias con las de otros dos centros cercanos, un colegio de primaria y un instituto. Natalia les dice a sus compañeros que están recogiendo datos que los científicos utilizarán en trabajos de investigación, por lo que es importante que hagan bien su trabajo. Los

alumnos por lo tanto se esfuerzan para realizar un buen trabajo.

Recogida y Análisis de los Datos

Después de realizar las observaciones de nubes durante unas tres semanas, el alumnado utiliza la herramienta de visualización GLOBE para encontrar otros centros cercanos con muchas observaciones de nubes. Deciden limitar su búsqueda a centros que se encuentren en un radio de 50 km. desde su centro, y encuentran 7 centros. Uno de los alumnos tiene una hermana mayor que va a un instituto de los centros que se han encontrado, y otro fue a una colegio de primaria diferente el año pasado, por lo que deciden elegir esos dos centros.

Deciden comparar los datos primero imprimiendo mapas de cada día de cobertura de nubes y de tipo de nubes. A partir de estos mapas, se dan cuenta de que las observaciones de cobertura de nubes de los centros cercanos no siempre coinciden con las suyas. En particular, el otro centro de primaria, que está cerca de las montañas, parece tener más cobertura de nubes y más observaciones de nubes de tipo cúmulos que el centro de Natalia. Deciden investigar esto. El centro de secundaria envía observaciones de nubes similares a las suyas.

Al leer sobre el tiempo que hay en las zonas de montaña, descubren que en estas zonas hay generalmente más nubes, porque cuando llega el aire a las montañas tiene que ascender, y el ascenso de aire a menudo lleva a la formación de nubes. Dado que las nubes se forman por movimientos bruscos ascendentes, suelen ser cúmulos e incluso cúmulonimbos. Esto parece explicar lo que ven, y la profesora sugiere que comprueben su explicación.

El alumnado espera comprobar que los centros GLOBE cercanos a las montañas tienen más cobertura de nubes y más observaciones de nubes de tipo cúmulo que otros centros cercanos más alejados de las montañas.

Después de examinar los datos de un año entero, obtienen los siguientes datos sobre 240 observaciones:

	Centro de Natalia	Centro cercano a la montaña
Sin nubes	15	10
Despejado	33	27
Aisladas	18	14
Dispersas	32	35
Roto	64	66
Cubierto	71	79
Cielo oculto	7	9

Parece claro que el centro cercano a la montaña tiene más días de cielo cubierto y menos días de cielo despejado (o días sin nubes) que el centro de Natalia. Los alumnos están contentos por haber podido confirmar su hipótesis a partir de sus observaciones.

Investigación Posterior

Otra cosa que llama su atención es el gran número de observaciones de nubes bajas (23 días más con nubes bajas en el centro próximo a la montaña que en la escuela de Natalia), y se preguntan si son cúmulonimbos o cúmulos. También se preguntan si el centro próximo a la montaña tiene más precipitación que la escuela de Natalia, si tienen más nubes de tipo cúmulonimbo. ¡El alumnado está impaciente por comenzar su próxima investigación!

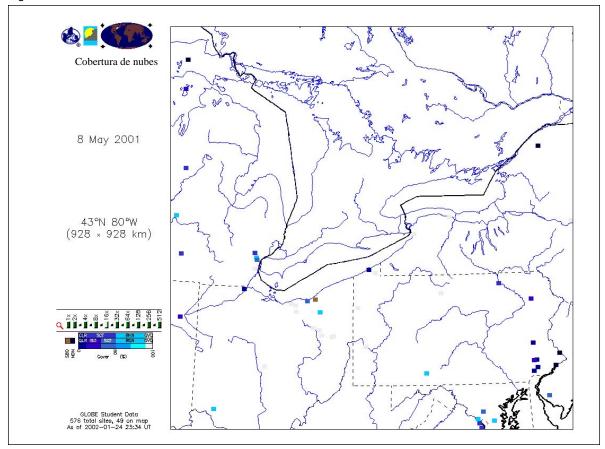
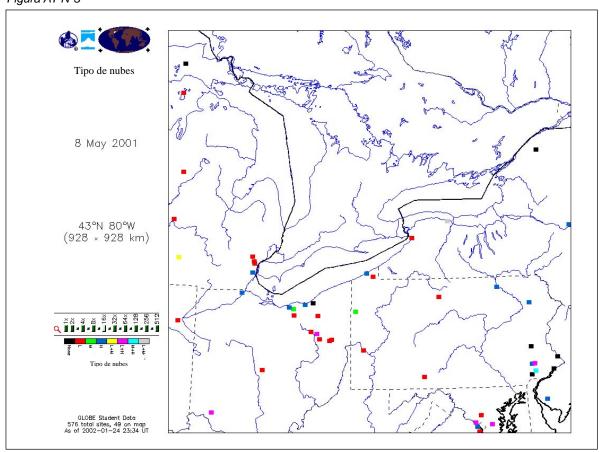


Figura AT-N-3



Observación, Descripción e la literatificación de Nubes

Objetivo General

Enseñar al alumnado a observar las nubes, describirlas con un vocabulario corriente y comparar sus descripciones con los nombres oficiales de las nubes.

Visión General

El alumnado observa y dibuja las nubes, describiendo sus formas. Inicialmente se harán descripciones de naturaleza personal y, posteriormente, se utilizará un vocabulario más científico. Se establecerá una relación entre las descripciones de los estudiantes y las clasificaciones estándares utilizando los diez tipos de nubes identificados en GLOBE. Cada alumno tendrá un cuaderno personal de nubes para usarlo junto con la Carta de Nubes GLOBE.

Objetivos Didácticos

El alumnado será capaz de identificar tipos de nubes usando los nombres estándares de la clasificación de nubes.

Conceptos Científicos

Ciencias de la Tierra y del Espacio

Se puede describir el tiempo mediante observaciones cualitativas.

El tiempo cambia de un día para otro y a lo largo de las estaciones.

Las nubes se forman por la condensación del vapor de agua en la atmósfera.

Geografía

La naturaleza y amplitud de la cobertura de nubes afecta a las características del sistema físico geográfico. Ventajas del Estudio de la Atmósfera

Las nubes se identifican por su forma, altitud, composición y características de precipitación.

Las nubes ayudan a comprender y pronosticar el tiempo.

Habilidades de Investigación Científica

Identificar preguntas y respuestas.

Utilizar una carta de nubes para clasificar los diferentes tipos de nubes.

Desarrollar descripciones utilizando la evidencia.

Compartir procedimientos, descripciones y pronósticos.

Tiempo

Dos clases. Pueden ser en días en los que haya diferentes tipos de nubes.

Nivel

Todos

Materiales y Herramientas

Carta de Nubes GLOBE.

Hojas de Observando el Tipo de Nubes (en el apéndice)

Cuaderno de ciencias GLOBE.

Bibliografía que contenga imágenes de nubes. Cámara de fotos o de video para fotografíar las nubes (opcional).

Preparación

Buscar bibliografía y marcar las páginas adecuadas.

Requisitos Previos

Ninguno

Antecedentes

Un pronóstico del tiempo preciso comienza con observaciones cuidadosas y sistemáticas. El ojo humano representa uno de los mejores (y el menos caro) de los instrumentos meteorológicos. Mucho de lo que sabemos sobre el tiempo es el resultado de la observación humana realizada a lo largo de miles de años. Aunque ser capaz de identificar nubes es útil en sí mismo, observar nubes regularmente y registrar el tiempo asociado con ciertas nubes mostrará a los alumnos la relación entre los tipos de nubes y el tiempo. Reconocer tipos de nubes puede ayudar a pronosticar el tipo de tiempo que se espera tener en un futuro cercano. No se describen esas relaciones aquí, pero hay muchos libros de meteorología que pueden ayudar al alumnado a conocerlas. Invitar a un meteorólogo local a una clase para que hable con el alumnado es un modo seguro de estimular su interés acerca de relación entre las nubes y los patrones meteorológicos.

En esta actividad observar se pide dibujarlas cuidadosamente las nubes, describirlas con sus propias palabras antes de emplear los nombres oficiales. La actividad se puede repetir en diferentes días, cuando haya diferentes nubes. De hecho, si se puede, estaría bien hacer un descanso y hacer "trabajo de nubes" al aire libre siempre que aparezca un nuevo tipo de nube en el cielo. Con el tiempo, el alumnado logrará una familiaridad considerable con los tipos de nubes. Si no se puede salir con el alumnado siempre que aparezca una nube interesante, quizá se puedan observar a través de una ventana.

Creación de un Cuadernillo Personal de Nubes

Se pueden incluir, en los cuadernos de ciencias GLOBE o en cuadernillos separados, un conjunto de notas personales e individuales sobre las nubes y los tipos de nubes. Se debería dedicar una página de los cuadernos de ciencias GLOBE a cada tipo de nube que se identifique. Se pueden incluir no sólo las propias observaciones de los alumnos y descripciones, sino también fotografías de nubes que realicen o que se consigan de otras fuentes. Cualquier día se pueden observar varios tipos de nubes en el cielo a la misma hora.

Si se ven varios tipos de nubes, se deberá anotar cada uno de ellos en una página separada de sus cuadernos de ciencias GLOBE.

Identificando y Clasificando Nubes

El protocolo GLOBE pide que se identifiquen diez tipos de nubes comunes. Los nombres utilizados para las nubes se basan en tres factores: su *forma*, la *altitud* a la que se encuentran , y si *producen precipitación*.

- Las nubes tienen tres formas básicas:
 Cúmulos (amontonados e hinchados)
 Estratos (en capas)
 Cirros (tenues)
- 2. Las nubes se producen en tres rangos de altitud (concretamente, la altitud de la base de la nube):

Nubes altas (sobre 6000 m), llamadas "cirros o cirro-"

- Cirros
- Cirrocúmulos
- Cirroestratos

Nubes medias (2000 - 6000m), nombradas por "alto-"

- Altocúmulos
- Altoestratos

Nubes bajas (por debajo de 2000m), sin prefijo

- Estratos
- Nimboestratos
- Cúmulos
- Estratocúmulos
- Cumulonimbos

Nota: Aunque tanto los cúmulos como los cumulonimbos pueden tener bases que comienzan por debajo de 2000m, a menudo se hacen suficientemente grandes como para llegar hasta el rango medio o alto. Por ello, a menudo se habla de ellas como "nubes de desarrollo vertical". Solamente las nubes altas son tenues, por lo que el término cirro se ha convertido en sinónimo de tenue así como hablar de nubes altas.

- 3. Las nubes, cuyos nombres incorporan la palabra "nimbo" o el prefijo "nimbo-" son nubes que producen precipitación.
- 4. Las estelas de condensación son nubes lineales que se forman alrededor de pequeñas partículas que emiten los aviones.

Estas son, realmente, causadas directamente por la actividad humana, y son de gran interés para los investigadores. Se distinguen tres subtipos:

- 1. Estelas de condensación de corta duración: Línea que aparece tras un avión; no permanece después de que el avión haya pasado.
- 2. Estelas de condensación persistentes no dispersas: Estelas de condensación apreciables (lineales y estrechas) que no parecen disiparse apreciablemente ni muestran signos de dispersarse, y que permanecen bastante después de que el avión que las ha creado desaparezca de la zona. Cada estela subtiende un estrecho ángulo en el cielo;
- 3. Estelas de condensación persistentes dispersas: Nubes de tipo cirro lineales de aspecto difuso; cada estela subtiende un ángulo más ancho en el cielo.

Consejos para Identificar Nubes

Es útil saber algunas cosas para identificar u nombrar nubes según las clasificaciones oficiales:

Las nubes que son tenues y altas en el cielo son siempre cirros de un tipo u otro. Si las nubes cirros contienen olas o ráfagas, entonces son cirrocúmulos. Si se forman capas continuas que parecen cubrir el cielo son cirroestratos. Las estelas de condensación se producen también a altos niveles, y parecen nubes de forma lineal.

Las nubes a altitudes medias se nombran con el prefijo "alto-." Si se encuentran en capas son altoestratos; si forman montones o parecen hinchadas, son altocúmulos.

Las nubes que se forman a baja altitud (bajo los 2000 m) son de la familia cúmulo o estrato. Las nubes de la familia cúmulo son hinchadas y amontonadas. Las nubes de la familia de los estratos forman capas o láminas que cubren amplias extensiones del cielo.

Las nubes bajas que son oscuras, amenazantes y que *producen lluvia* reciben la denominación "nimbos." Los nimboestratos cubren todo el cielo con amplias capas y producen lluvia continua.

Los nimboestratos son más grandes horizontal que verticalmente. La precipitación asociada con los nimboestratos generalmente es de baja a moderada en intensidad, pero cae sobre una amplia área en un período largo de tiempo. Los cimulonimbos tienen bases oscuras y partes superiores hinchadas, a menudo con forma de yunque, y se llaman a veces "cabezas de trueno". Suelen producir fuertes precipitaciones, generalmente acompañadas por relámpagos y truenos.

Utilización de Fotografías

No debería ser difícil encontrar fotografías de nubes en libros, cartas y revistas. Sin embargo, el alumnado se divertirá realizando sus propias fotografías de nubes. Presente esto como una actividad posterior al dibujo de las nubes y a la descripción con sus propias palabras. La grabación en video de las nubes en movimiento también introduce una nueva perspectiva en la formación de las nubes y su comportamiento, particularmente si se puede utilizar un trípode y hacer fotografías a intervalos prefijados.

Parte 1: Descripción de las Nubes con sus Propias Palabras

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

- 1. Organice al alumnado en parejas. Envíeles al exterior, a un espacio abierto, con sus cuadernos de ciencias GLOBE para observar las nubes. Cada uno debe hacer un dibujo detallado de las nubes en el cielo. Si hay diferentes tipos de nubes, deben dibujar un único tipo por página en sus cuadernos.
- 2. Cada uno debe anotar la fecha y la hora del día en la que realiza la observación, así como describir el aspecto de la nube junto al dibujo, usando tantas palabras como sea necesario. Haga hincapié en que no hay respuestas correctas o erróneas, y que deben utilizar cualquier palabra que les parezca correcta. Algunas de las posibles palabras que se pueden usar para describir las nubes son:

Tamaño: Pequeño, grande, pesadas, ligeras, compactas, densas.

Forma: Esponjosa, fibrosa, algodonosas, grumosa, rasgada, lisa, irregular, plana, jirones, se parece a...

Color: Gris, negra, blanca, plateada, blanco leche.

Descripción: Nubarrón, amenazadora, sombrío, envolvente, bonita, niebla, burbujeante, aislada en movimiento, arremolinada.

- 3. Al volver a clase se volverán a unir las parejas para compartir las descripciones realizadas. Pida a cada grupo de cuatro que hagan una "lista de grupo" de todas las palabras que han usado para describir cada tipo de nube que han observado. Deben seleccionar las palabras que consideran que son las mejores para describir las nubes que vieron.
- 4. Usando la carta de nubes de GLOBE, deberán hacer corresponder sus dibujos con una de las fotografías y anotar el nombre científico del tipo de nube junto a su dibujo.

Parte 2: Comparación de sus Descripciones con las Descripciones Oficiales

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

1. (Se puede posponer esta discusión hasta que la clase disponga de las descripciones de varios tipos de nubes.)

Inicie un debate de clase. Pida a un grupo de cuatro personas que haga el dibujo de una nube en la pizarra y que anote las palabras que su grupo ha utilizado para describirla. Si se han observado diferentes nubes, haga que un grupo diferente dibuje cada tipo. Pida al resto de grupos que aporten otras palabras que hayan utilizado para describir estas nubes.

Pida al alumnado que agrupe las palabras que consideren que deberían ir juntas . Pídales que le asignen un nombre a las características específicas de las nubes (tales como tamaño, forma, color, altitud u otras características) a las que hacen referencia los grupos de palabras que han formado. ¿Representan estos grupos las principales características de las nubes a las que un observador les prestaría atención? ¿Hay alguna característica de las nubes que no haya sido incluida? ¿Cuál dirían ellos que es la base de su sistema, es decir, cuáles son las características de las nubes a las que hay que prestar mayor atención?

2. Pida al alumnado que indique los nombres "oficiales" de las nubes dibujadas en la pizarra. Explíqueles que el sistema utilizado para clasificar las nubes se basa en tres características básicas: forma, altitud y precipitación. Comparar el sistema oficial con la clasificación desarrollada por los estudiantes. ¿Qué características de las nubes incluye y omite cada uno? Pregunte a los alumnos cuáles de sus propias palabras utilizarían para describir las siguientes familias de nubes:

Estratos

Cúmulos

Cirros

Nimbos

3. Repetir cada observación, dibujo y descripción de los diferentes tipos de nubes en días posteriores según vayan apareciendo nuevas nubes en el cielo. Pida al alumnado que utilice una página nueva de su cuaderno de ciencias GLOBE para cada nuevo tipo de nube que observe. Pídales que anoten tanto el nombre oficial de la nube como sus propias descripciones de ella. Continúe con el debate sobre la base para el sistema de clasificación oficial.

Adaptaciones para los Estudiantes Mayores y Menores Los estudiantes más jóvenes (menores) pueden describir las nubes en términos del tipo de familia básico: cirros, cúmulos y estratos. También pueden describir la altura de las nubes: bajas, medias o altas; su forma: grandes o pequeñas; y su color: blancas, grises o negras.

Los alumnos mayores pueden relacionar los tipos de nubes con la aparición de ciertos tipos de tiempo. Ver la Actividad de Aprendizaje *Observación de las Nubes*. También pueden fijarse en la secuencia de los tipos de nubes a lo largo de varios días, y pueden investigar los factores que hacen que se formen las nubes.

Esta actividad puede presentar interesantes posibilidades de colaboración con un profesor de arte o de literatura, cada uno de los cuales puede aportar una perspectiva diferente , quizá no científica, sobre la descripción de las nubes.

Investigaciones Posteriores

Examinar la relación entre el viento y las nubes. Registrar la dirección del viento y la velocidad de cada tipo de nube observable.

Explicar la relación entre el ciclo hidrológico y las condiciones atmosféricas.

Las imágenes de satélite y las fotografías espaciales proporcionan observaciones de la dinámica de la atmósfera y de fenómenos a gran escala que no es posible visualizar desde tierra. Utilice las imágenes tomadas desde el espacio para pronosticar el tiempo o para seguir las tormentas. Considere las ventajas y las desventajas de

utilizar las imágenes espaciales frente a la información y los datos meteorológicos locales.

Registrar las tormentas y las nubes a cierta distancia para ayudar a mejorar la comprensión de las condiciones meteorológicas locales. Use binoculares para estudiar las nubes y su formación a la distancia. Utilice mapas locales como ayuda para identificar la distancia de los hitos y la velocidad a la que se mueven las nubes.

Cree juegos de nubes para practicar sus habilidades de investigación y los conceptos:

Juego de nubes #1: Cada estudiante debe crear un juego de cartas de 12x7cm que incluya los nombres de los diez tipos de nubes. Un segundo conjunto de cartas debe incluir las imágenes de los diez tipos de cartas. Por parejas, los estudiantes mezclarán las cartas, poniéndolas boca abajo. Se turnarán para dar la vuelta a dos cartas a la vez, intentando encontrar parejas. Si se encuentra, se tiene un nuevo turno. El juego termina cuando todas las cartas han sido emparejadas. El ganador será quien haya encontrado más parejas.

Juego de nubes #2: En grupos, los estudiantes pueden hacer preguntas sobre las nubes: aspecto, forma, altitud y porcentaje de cobertura predominante. En una ficha de 12x7cm escribe la frase como una respuesta. Por ejemplo: "Nubes dispersas" es la respuesta a la pregunta "¿Cuál es la cobertura de nubes que hay en el cielo cuando éste está cubierto entre una décima parte y la mitad?" Divida la clase en grupos para jugar. Los jugadores contestan a las fichas de respuesta en forma de pregunta (ver arriba).

Estimación de la Cobertura de Nubes

Objetivo General

Ayudar al alumnado a comprender mejor el porcentaje de cobertura de nubes y a realizar observaciones más precisas de su cobertura.

Visión General

Trabajando en parejas o en pequeños grupos, los alumnos utilizan cartulinas para simular la cobertura de nubes. Estiman el porcentaje de cobertura de nubes representado por pedacitos de papel sobre un fondo que contraste, y asignan una clase de cobertura de nubes a las simulaciones que crean sus compañeros.

Objetivos Didácticos

El alumnado comprende las dificultades de la estimación visual del porcentaje de cobertura de nubes y adquiere experiencia en la estimación de la cobertura evaluando la precisión de las estimaciones, utilizando fracciones y porcentajes.

Conceptos Científicos

Ciencias de la Tierra y del Espacio

Las nubes se pueden describir mediante mediciones cuantitativas.

Las nubes cambian a diferentes escalas temporales y espaciales.

Geografía

La naturaleza y distribución de la cobertura de nubes afecta a las características del sistema físico geográfico.

Habilidades de Investigación Científica

Estimar la cobertura de nubes Diseñar y dirigir investigaciones científicas.

Utilizar las matemáticas apropiadas para analizar los datos.

Compartir los resultados y las explicaciones.

Tiempo

Una clase

Nivel

Todos

Materiales y Herramientas

Cartulinas de colores: Una azul y otra blanca por alumno.

Pegamento en barra, cola o cinta adhesiva.

Preparación

Ninguno

Requisitos Previos

Familiaridad con fracciones y porcentajes.

Antecedentes

Incluso los observadores experimentados tienen dificultad para estimar la cobertura de nubes. Parece deberse, en parte, a nuestra tendencia a subestimar el espacio abierto entre objetos, en comparación con el espacio ocupado por los objetos en sí mismos, en el caso de las nubes. El alumnado tiene una oportunidad para experimentar este enfoque de percepción por sí mismo, reflexionar sobre sus consecuencias para su trabajo científico, y crear estrategias para mejorar su habilidad en la estimación de la cobertura de nubes.

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

Iniciar a los alumnos en la idea de observar y cuantificar la cobertura de nubes. Explicar que simularán la cobertura de nubes utilizando cartulinas y que estimarán la cobertura representada por los pedacitos blancos sobre el fondo azul. Mostrarles los procedimientos seguidos en los pasos 3 - 6 de abajo para que los alumnos entiendan cómo hacerlo.

Se debería revisar el *Protocolo de Cobertura de Nubes* con los alumnos antes de realizar esta actividad de aprendizaje o usar la actividad como un primer paso en la presentación del protocolo al alumnado.

El paso 7 de abajo requiere que se explique las categorías de clasificación que se utilizan – sin nubes, despejado, nubes aisladas, nubes dispersas, roto, y cubierto.

- 1. Organice a los alumnos en parejas.
- 2. Proporcione a cada pareja los materiales necesarios:
 - Una hoja de cartulina azul clara.
 - Una hoja de cartulina blanca dividida en 10 segmentos iguales.
 - Cuaderno de ciencias GLOBE
 - Barra de pegamento, cola o cinta adhesiva.
- 3. Haga que cada pareja de alumnos elija un porcentaje de cobertura de nubes a representar. Deben elegir un múltiplo de 10% (es decir, 20%, 30%, 60%, etc., no 5% ó 95%). No deberían revelar el porcentaje que han elegido a nadie.
- 4. Haga que cada pareja corte la cartulina blanca de manera que represente el porcentaje de cobertura que han elegido. Por ejemplo, si han elegido 30%, deben cortar el 30% de su cartulina blanca y reciclar el 70% restante.
- 5. Los alumnos deben cortar su cartulina blanca en formas irregulares para representar nubes.
- 6. Pida a los alumnos que peguen los pedacitos

- de nubes sobre la cartulina azul, teniendo cuidado de no superponer los pedazos de cartulina blanca. En la parte trasera de la cartulina azul, anote el porcentaje de cobertura de nubes.
- 7. Los alumnos deben turnarse para visitar las simulaciones de otros y estimar el porcentaje de cobertura de nubes. En cada simulación, deben clasificar el cielo como "sin nubes, despejado, nubes aisladas, nubes dispersas, roto o cubierto, utilizando la Tabla AT-CO-1." Deberán anotar sus estimaciones en el cuaderno de ciencias GLOBE, utilizando una tabla parecida a la que se muestra en la Tabla AT-CO-2.
 - Haga que el alumnado vea todas las simulaciones, o divida la clase de manera que los estudiantes vean sólo algunas de las simulaciones.
- 8. Cuando los alumnos completen sus estimaciones de cobertura de nubes, cree una tabla en la pizarra para comparar sus estimaciones con los porcentajes reales. Ver Tabla AT-CO-3.
- Crear una segunda tabla que compare las clasificaciones correctas con las incorrectas. Ver Tabla AT-CO-4.
- 10. Debata con la clase acerca de la precisión de sus estimaciones. ¿Qué son más precisos – los porcentajes de las estimaciones o las clasificaciones?

Tabla AT-CO-1

Porcentaje	Si menor que	Si mayor o igual que
10%	Sin nubes	Despejado
25%	Despejado	Nubes dispersas
50%	Nubes dispersas	Roto
90%	Roto	Cubierto

Tabla AT-CO-2

Nombre	Porcentaje estimado	Clasificación
Javier & Alicia	40%	Nubes dispersas
Juan & José	70%	Roto

Tabla AT-CO-3

Nombre	% Real	Subestimaciones	Estimaciones correctas	Sobrestimaciones
Javier & Alicia	60	4	5	12
Juan & José	70	6	9	6

Tabla AT-CO-4

Nombre		Clasificado como menor cobertura		Clasificado como mayor cobertura
Javier & Alicia	Roto	4	9	8
Juan & José	Roto	7	12	2

- ¿Dónde se produjeron los mayores errores?
- ¿Pueden los alumnos hacer una medición cuantitativa de su precisión colectiva?
- ¿Tiene la clase tendencia a sobrestimar o a subestimar la cobertura de nubes?
- ¿Qué factores influyeron en la precisión de las estimaciones (por ejemplo, tamaño de las nubes, la agrupación de las nubes en una parte del cielo, el porcentaje del cielo que estaba cubierto)?
- ¿Siente el alumnado que hacer estas estimaciones es algo para lo que tienen talento, o es algo que pueden aprender? ¿Dónde más pueden ser tales habilidades espaciales valiosas?
- ¿Qué clasificaciones de nubes fueron las más fáciles y las más difíciles de identificar?
- ¿Qué estrategias permitieron a los alumnos estimar correctamente la cobertura de nubes?
- ¿Qué estrategias podrían proporcionar clasificaciones más precisas?

Observación de la Visibilidad y el Color del Cielo



Objetivo General

Observar, documentar, y clasificar cambios en la visibilidad y el color del cielo a lo largo del tiempo, así como comprender la relación entre el color del cielo, la visibilidad y los aerosoles en la atmósfera.

Objetivos Didácticos

Ser consciente de los cambios en la visibilidad y el color del cielo que se producen por las partículas suspendidas en el aire.

Visión General

Conceptos Científicos

Ciencias de la Tierra y del Espacio

La atmósfera está compuesta por diferentes gases y aerosoles.

Geografía

Las actividades humanas pueden modificar el medio físico, especialmente la calidad del aire y la composición de la atmósfera.

Beneficios del Estudio de la Atmósfera

Los aerosoles disminuyen la cantidad de energía solar que llega a la superficie de la Tierra.

Los aerosoles de la atmósfera aumentan la calima, disminuyen la visibilidad e influyen en la calidad del aire.

Habilidades de Investigación Científica

Identificar preguntas y respuestas.

Observar y describir las condiciones del cielo.

Desarrollar descripciones y explicaciones a partir de la evidencia.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir procedimientos y explicaciones.

Tiempo

Observaciones iniciales: 20 minutos
Observaciones continuas: 10 minutos

Nivel

Todos

Frecuencia

Observaciones iniciales: durante cinco o diez días, preferiblemente en días con poca cobertura de nubes.

Observaciones continuas: a lo largo del año, preferiblemente en días con poca cobertura de nubes.

Materiales y Herramientas

Lápices de colores o acuarelas, y pinceles. Papel blanco.

Opcional: Cámara de fotos o cartas de pintura de muestra (de una tienda de pinturas local).

Hoja de Datos de la Visibilidad y Color del Cielo.

Tabla Resumen de la Visibilidad y Color del Cielo.

Tijeras y cinta adhesiva

Preparación

Ninguno

Requisitos Previos

Protocolo de Cobertura de Nubes

Antecedentes

¿Por qué es azul el cielo despejado? La atmósfera está compuesta principalmente por moléculas de oxígeno y nitrógeno. La luz solar rebota en estas moléculas, en un proceso llamado dispersión. La luz con menores longitudes de onda, en el rango azul del espectro visible, se dispersa más eficazmente que en las longitudes de onda mayores. Para un observador en el suelo, esta luz dispersa, llena todo el cielo y es así que el cielo despejado aparece azul.

Sin embargo, hay también partículas sólidas y líquidas, llamadas aerosoles, suspendidas en la atmósfera. Cuando hay relativamente pocos aerosoles, el cielo aparece despejado. Por ejemplo, un edificio o un pico de una montaña aparece claramente definido, con colores similares a como se vería si se estuviera mucho más cerca del objeto distante. En un día muy despejado, se vería un color del cielo azul o azul profundo, y las condiciones del cielo como despejado o inusualmente despejado. Los aerosoles proceden de fuentes naturales tales como condensación y congelación del vapor de agua, volcanes, tormentas de polvo y cristales de sal que se evaporan de la bruma marina. Proceden también de actividades humanas tales como la quema de combustibles fósiles y de biomasa (por ejemplo, madera, estiércol, hojarasca) y de arar o cavar el suelo. Los aerosoles son mucho más grandes que las moléculas (su tamaño va desde unos 10⁻⁶ m - 1 micrón - a 10⁻⁷ m) y dispersan la luz de todas las longitudes de onda del visible. Los aerosoles individuales son muy pequeños para ser visibles por el ojo humano, pero su presencia influye en la apariencia del cielo. Según aumenta la concentración de aerosoles y, por tanto, la dispersión de la luz, el cielo parece menos azul. La calima es el efecto visible de los aerosoles en la atmósfera, ésta es una condición cualitativa que se puede observar. Cuando hay gran concentración de aerosoles se dice que hay calima. Las concentraciones de aerosoles se pueden también medir cuantitativamente.

Los cielos con gran cantidad de aerosoles son de color azul pálido o casi blancos. Dependiendo del tipo de aerosoles presentes en la atmósfera, el cielo podría también parecer parduzco o amarillento. La dispersión de la luz visible en un cielo con aerosoles afecta a la visibilidad

horizontal, de manera que los objetos distantes son menos distinguibles, descoloridos o con colores distorsionados. Los objetos distantes que son visibles en un día despejado podrían desaparecer en un día de calima. Los aerosoles, probablemente producidos por el smog urbano, provocan la calima apreciable en esta fotografía del Empire State Building de la ciudad



Fotografía © Forrest M. Mims III. Utilizada con autorización. Puede ser reproducida libremente con reconocimiento.

de Nueva York. En las últimas décadas la visibilidad horizontal ha disminuido en todo el mundo, como media, debido al incremento de las concentraciones de aerosoles. Como resultado, las vistas escénicas en todo el mundo se han oscurecido.

Preparación del Profesorado

En esta actividad, el alumnado observará atentamente la atmósfera durante algunos días y anotarán sus observaciones. A través de estas observaciones directas serán capaces de comprender que la visibilidad y el color del cielo están relacionados, y que ambos se deben a la presencia relativa o ausencia de aerosoles.

El alumnado clasificará el color del cielo utilizando categorías estándares y representarán el color del cielo utilizando pinturas o lápices de anotará la visibilidad También basándose en la observación de objetos alejados, tales como una montaña o un edificio. No es importante que se realicen observaciones cada día, pero se debería intentar reunir una amplia variedad de datos sobre la visibilidad y las condiciones del cielo que se producen en la zona. Se debe intentar realizar observaciones en días muy despejados, en días con calima y en días intermedios. Después de que hayan observado y anotado ejemplos de los anteriores, la clase anotará sus observaciones en una tabla resumen v verá si aparece algún patrón que relacione la visibilidad con el color del cielo.

Visibilidad

Por "visibilidad" se entiende la claridad con la que los objetos se pueden ver a través de la atmósfera que se interpone. Para juzgar la visibilidad o la claridad de la atmósfera, se necesitaría poder ver un paisaje alejado, tal como un edificio lejano, una montaña o colina. Observando el mismo paisaje u objeto cada día se desarrollará gradualmente un sentido para juzgar si el día es inusualmente despejado, , con calima, con mucha calima, o con calima extrema. Sólo la práctica, muchos ejemplos diferentes y el debate harán que estas categorías queden claras.

Color del Cielo

También se pide observar, clasificar y representar el color del cielo. Se clasificará el color del cielo utilizando las categorías que aparecen en la lista que hay al final de la hoja de datos. Se representará el color del cielo con pinturas o lápices de colores. También se puede probar la utilización de fotografías o muestras de pintura.

Según se van haciendo más observaciones, el alumnado adquirirá más confianza en sus clasificaciones y más destreza para pintar el color del cielo.

El alumnado se dará cuenta de que el cielo tiene diferentes colores en diferentes partes del mismo. Cerca del horizonte generalmente es más claro, debido a la presencia de aerosoles. La parte más oscura del cielo se puede ver a medio camino entre el horizonte y directamente sobre nuestras cabezas, en la dirección opuesta al sol – es decir, cuando se mira al cielo con nuestra sombra delante de nosotros . El alumnado debería intentar localizar el color más oscuro (el más azul) del cielo y anotarlo.

Correlación entre Visibilidad y Color del Cielo

Uno de los objetivos de esta actividad es que el alumnado se de cuenta de que en los días más despejados, con mayor visibilidad, el cielo es de color azul intenso, mientras que los días de calima aparece lechoso. Los cambios en la visibilidad y el color del cielo de deben a cambios en las concentraciones de aerosoles en la atmósfera. Debido a que los aerosoles dispersan la luz solar, altas concentraciones de aerosoles pueden dificultar la percepción de objetos distantes y hacer que el cielo aparezca más claro. En días despejados, cuando hay pocos aerosoles, la visibilidad es elevada, y el cielo azul profundo. Pero NO les diga esto a los alumnos/as, deje que ellos lo descubran al compartir las observaciones con el resto de la clase al completar la Tabla Resumen de Visibilidad y Color del Cielo. La las observaciones de encontrarse alrededor de la diagonal principal que va desde la parte superior izquierda a la inferior derecha.

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

- 1. Dirija al alumnado en un debate sobre aerosoles, visibilidad y color del cielo. Comience preguntándoles sobre lo que recuerdan de cuando había mucha calima. ¿Cómo era la visibilidad? ¿Cómo reconocieron que la visibilidad era baja? ¿De qué color era el cielo? ¿Cuándo ocurrió? ¿Qué lo causó?
- 2. Continúe preguntándoles sobre lo que recuerdan de cuando el cielo estaba completamente despejado. ¿Qué parecía? ¿De

- qué color era ? ¿Cómo era la visibilidad? ¿Cuándo ocurrió? ¿Qué tiempo hacía? ¿Qué piensan que hizo que el aire estuviera tan despejado en ese momento?
- 3. Si no ha salido aún en el debate, hable sobre el papel de los aerosoles en la aparición de la calima. Discuta sobre las fuentes locales y regionales de aerosoles. Hable, también, sobre cómo los aerosoles, tales como el polvo, pueden ser transportados largas distancias e influir en las condiciones locales.
- 4. Explíqueles que llevarán a cabo una investigación sobre el color del cielo y la visibilidad. Muéstreles la Hoja de Datos de Visibilidad y Color del cielo y explíqueles cómo usarla. Realice observaciones tantos días como sea necesario para obtener un rango completo de condiciones del cielo en los datos.
- 5. Después de que la clase haya hecho un gran número de observaciones, que cubran el rango completo de condiciones del cielo que se producen en la zona, reúnanse para discutir los datos en grupo. Discutan sobre que condiciones había cuando observaron los cielos más despejados y los cielos con más calima. ¿Qué tiempo hacía? ¿Qué piensan que explicaría los cielos más claros y con más calima? Cuando hubo cielos con calima, ¿fue la calima creada por factores locales. regionales transfronterizos?
- 6. En la pizarra o en un mural, cree una tabla similar a la *Tabla Resumen de la Visibilidad* y *Color del Cielo* mostrada. Invite al alumnado a aportar sus datos a la tabla colocando una cruz en la casilla apropiada para representar sus observaciones.
- 7. Cuando la tabla se haya completado con las observaciones del alumnado, observe la tendencia de los datos de la diagonal, desde la parte superior izquierda a la parte inferior derecha. Pídales que expliquen por qué se produce esta tendencia. ¿Cuál es el elemento común que provoca tanto la baja visibilidad como cielos blanquecinos?
- 8. (Opcional) Pida al alumnado o cree una "clave" para ayudarles a hacer futuras observaciones. Seleccione un ejemplo de color del cielo para cada nivel de

visibilidad/color del cielo para "inusualmente despejado" a "con extremada calima". Use estas claves para estandarizar las observaciones de condiciones de calima. El alumnado puede continuar realizando observaciones a lo largo del año y observar las relaciones con la estación del año, las tormentas, la hora del día, la temperatura, la dirección del viento y otras condiciones. Dependiendo de las edades del alumnado, estas claves de colores pueden ser dibujos del cielo, fotografías o muestras de pinturas de colores que se pueden obtener en tiendas que venden pintura para interior.

Preparación del Alumnado para la Observación de la Visibilidad y el Color del Cielo

Hacer estas observaciones de visibilidad y color del cielo sólo en días en los que se pueda ver el cielo. Para cada día que se haga una observación, anote la fecha, la hora local, la estimación de la visibilidad y el color del cielo.

Tanto la visibilidad como el color del cielo son clasificaciones subjetivas. Esto significa que se debería esperar alguna variación entre los observadores y cambios en su propia clasificación según se vaya adquiriendo experiencia. Según se adquiere experiencia en la observación de la atmósfera y del cielo se puede cambiar de opinión sobre las clasificaciones iniciales. Se puede decidir que lo que inicialmente se clasificó como un cielo de color azul profundo ahora se considera simplemente azul, o se puede decidir que lo que pensaba que era "con algo de calima" era realmente "con mucha calima". No se preocupe por ello y modifique las observaciones iniciales. Puede considerar que su habilidad para la clasificación está evolucionando y cambia progresivamente. A medida que pase el tiempo adquirirá mayor confianza y habilidad para clasificar coherentemente.

1. Estimación de la visibilidad.

Seleccione algún objeto alejado – una cordillera montañosa, un edificio y otro objeto a varios kilómetros. Utilice este objeto como "objeto de referencia" para valorar la visibilidad cada día que haga una observación. Tome nota de la claridad con la que se ve, seleccione una de las categorías de visibilidad de las de abajo y anótela en la *Hoja de Datos de Visibilidad y Color del Cielo*.

Inusualmente despejado.

Despejado.

Con algo de calima.

Con mucha calima.

Con extremada calima.

2. Observación del color del cielo.

Ahora mire al cielo y encuentre qué parte tiene el color más oscuro. Cuando haga esta actividad asegúrese de no mirar directamente al sol, incluso si está parcialmente oculto por nubes. Elija una categoría para el color del cielo de la lista de abajo y anótelo en la *Hoja de Datos de Visibilidad y Color del Cielo*.

Azul profundo.

Azul.

Azul claro.

Azul pálido.

Lechoso.

 Pinte o dibuje con lápices de colores, lo más aproximado que pueda, el color del cielo en la casilla para el dibujo. También se pueden utilizar las muestras de pintura o fotografías para representar el color del cielo.

Preguntas para la Comprensión

- 1. Cuando se observan cielos azules, ¿qué otras condiciones es probable que existan? ¿Qué más se observaría en días muy despejados?
- 2. ¿Conoce algún patrón diario en el color del cielo y la visibilidad en su zona? ¿Hay generalmente más calima a ciertas horas del día? ¿Qué provoca esto?
- 3. ¿Cuál es la relación entre calima y color del cielo y el tiempo?
- 4. ¿Están el color del cielo y la calima en su zona relacionados con la cantidad de viento y la dirección del viento? Si es así, ¿por qué?
- 5. ¿Están el color del cielo y la calima en su zona relacionados con la época del año? Es decir, ¿hay patrones estacionales en los datos?

Observando Tipos de Nubes

Hay cinco términos descriptivos de los diversos tipos de nubes:

CIRROS o nubes altas
ALTOS o nubes medias
CÚMULOS o nubes blancas hinchadas
ESTRATOS o nubes en capas
NIMBOS o nubes que producen precipitación

Los siguientes diez tipos de nubes, nombrados utilizando los términos anteriores, se deben utilizar para determinar el tipo de nubes de tu zona:



Nubes Altas

Cirros

Estas nubes parecen delicadas plumas blancas. Generalmente tienen formas blancas tenues. Contienen cristales de hielo.



Cirrocúmulos

Estas nubes son finas capas blancas con una textura que las hace parecer un campo de algodón u olas sin sombras. Contienen principalmente cristales de hielo y quizá algunas gotas de agua muy fría.



Cirroestratos

Estas nubes son una capa blanquecina fina, casi transparente, constituida por cristales de hielo. Pueden cubrir total o parcialmente el cielo y crear un aspecto de halo alrededor del sol.



Estelas de Condensación

Estelas de Condensación de Corta Duración

Fíjate en la corta línea de nubes sobre la farola. El avión apenas se ve en esta fotografía, pero está delante de la estela de condensación.



Estelas de Condensación Persistentes

Estas estelas de condensación son diferentes, siendo la de la derecha persistentes no dispersa, y persistente dispersa, la de la izquierda. La explicación más probable a esta fotografía es que los tres tipos de aviones siguieron un camino similar, pero los vientos altos de la atmósfera soplan desde la derecha a la izquierda y desplazan las estelas de condensación más antiguas hacia la izquierda. La dispersión de la estela de condensación que se encuentra más a la izquierda indica que hay bastante cantidad de vapor de agua en la parte superior de la atmósfera.



Estelas de condensación persistentes dispersas

Esta fotografía muestra estelas de condensación persistentes dispersas en un área de mucho tráfico aéreo. Al igual que arriba, es probable que los aviones estén siguiendo un camino similar, pero las estelas de condensación están siendo dispersadas por el viento. Todas las estelas de condensación de esta fotografía aparecen tan anchas o más que las de arriba, lo que indica que la presencia de abundante cantidad de vapor de agua en la atmósfera permite que las estelas de condensación se dispersen. También se observa que la nube que se encuentra hacia el centro de la foto parece una nube de tipo cirro habitual, pero por su posición sería probable que esta nube haya sido originada realmente a partir de una estela de condensación.



Nubes Medias

Altoestratos

Estas nubes forman un velo azulado o grisáceo que cubre total o parcialmente el cielo. Se puede ver la luz del sol a través de ellas, pero no hay efecto halo.



Altocúmulos

Estas nubes parecen olas del mar de colores blanco y gris y sombras. Contienen principalmente gotas de agua y quizá algunos cristales de hielo.



Nubes Bajas

Estratos

Estas nubes son grises y se encuentran muy cerca de la superficie de la Tierra. Generalmente parecen una sábana, pero algunas veces se encuentran en forma de parches. Raramente producen precipitación.



Estratocúmulos

Estas nubes son de color gris o blanquecino. Las bases de estas nubes suelen ser más redondas que planas. Pueden formarse a partir de antiguas nubes de tipo estrato o a partir de cúmulos que se están extendiendo. Sus partes superiores tienden a ser planas.



Nimboestratos

Esta es una capa de nubes oscura o de color gris que oculta la luz del Sol. Es maciza y produce precipitación continua.



Cúmulos

Estas nubes tienen una base plana y densa, y su parte superior en forma de montículo que recuerda a una gran coliflor. Cuando el sol ilumina estas nubes son de color blanco brillante. La base tiende a ser de color gris oscuro. Generalmente no producen precipitación.



Cúmulonimbos

Son nubes grandes, pesadas y densas. Tienen generalmente una superficie plana y oscura, con partes superiores muy altas y grandes de forma parecida a una gran montaña o yunque. A menudo tienen asociados relámpagos, truenos y, algunas veces, granizo. También pueden producir tornados.

Glosario

Absorción

Radiación retenida por un objeto y transformada en otras formas de energía.

Aerosoles

Partículas líquidas o sólidas suspendidas en la atmósfera, cuyo tamaño se encuentra generalmente entre 100 y 1000 nanómetros (nm).

Agente contaminante

Un gas traza o aerosol que contamina el aire.

Aguacero

Un chubasco intenso y violento acompañado por fuertes vientos borrascosos.

Aguanieve

Precipitación que en algún punto está en forma líquida pero que se congela antes de alcanzar el suelo.

Agua sobreenfriada

Agua a temperatura inferior a su punto de congelación pero que está aún en forma líquida.

Aire Ambiental

Aire que se mueve libremente pero que no procede de ninguna perturbación en la atmósfera circundante (por ejemplo, que no proceda de la columna de humo, de un incendio o de una nube de polvo).

Albedo

Porcentaje de radiación incidente (normalmente luz visible) que es reflejada de nuevo al espacio desde un planeta u objeto, su superficie o sus capas de nubes.

Altímetro

Un barómetro, normalizado a presión, temperatura y densidad estándar, utilizado para medir la altitud absoluta a partir de la presión atmosférica. Se determina la altitud asumiendo que los cambios de presión se deben a los cambios de altitud respecto al nivel del mar. Los altímetros están adaptados para trabajar a altitudes muy elevadas sobre el nivel del mar y en GLOBE se utilizan para medir presiones barométricas a altitudes superiores a 500m.

Ángulo cenit

Distancia angular entre un objeto en el cielo, como el sol, y un objeto colocado directamente

sobre nosotros. El ángulo cénit es 90° menos el ángulo de elevación.

Ángulo de elevación

Distancia angular entre el horizonte y un objeto en el cielo, tal como el sol. El ángulo cenit es 90° menos el ángulo de elevación.

Arena en suspensión

Arena suspendida en el aire que reduce la visibilidad u oscurece parte o todo el cielo.

Barómetro

Instrumento utilizado para medir la presión atmosférica.

Bruma marina

Aerosoles desprendidos de la superficie de una lámina de agua salada por la acción del viento, que pueden reducir la visibilidad.

Calima

Reducción de la visibilidad debido a los aerosoles de la atmósfera. La calima puede hacer que el cielo aparezca blanco lechoso o amarillento, rojizo o marrón, dependiendo si el aerosol es húmedo o seco, y dependiendo del tamaño y naturaleza de las partículas que dispersan la luz.

Calor

Energía total producida por el movimiento de todos los átomos y moléculas que constituyen una sustancia.

Calor específico

Cantidad de calor necesaria para aumentar 1°C la temperatura de un gramo de una sustancia.

Calor latente

Calor aportado o liberado cuando el agua cambia de fase entre sólido, líquido y gaseoso.

Calor sensible

Calor asociado a un cambio en la termperatura de una sustancia, a diferencia del calor asociado con un cambio de fase.

Cambio de fase

Cambio de una sustancia de una fase a otra. Las sustancias (elementos y compuestos) generalmente existen en una de las tres fases: sólida, líquida y gaseosa; por ejemplo, vapor de agua (gas) que se condensa en agua (líquido). Las sustancias que sufren un cambio de fase, toman o desprenden calor sin cambiar de temperatura (ver calor latente).

Capa de ozono

Capa de la estratosfera y de la parte inferior de la mesosfera que absorbe la mayor parte de la radiación ultravioleta que llega.

Cero absoluto

Temperatura teórica a la que la materia tiene mínima energía. Es el límite de que tan fría puede llegar a estar una materia Si las sustancias pudieran estar más frías que el cero absoluto, no emitirían radiación electromagnética.

Ceniza volcánica

Pequeñas partículas de minerales, rocas y fragmentos de cristal expulsados en erupciones volcánicas. Al igual que los aerosoles, pueden reducir la visibilidad u ocultar la visión del cielo. Estas partículas a menudo producen efectos de dispersión de la luz espectaculares, incluyendo puestas de Sol llenas de color.

Ciclo del agua

Ver ciclo hidrológico.

Ciclo diurno

Hace referencia a las 24h del día, y algunas veces a los cambios que tienen lugar en períodos de tiempo de 24h.

Ciclo estacional

Cambio periódico en una variable que se produce según van cambiando las estaciones de la Tierra.

Ciclo hidrológico

Flujo continuo de agua en el sistema Tierra. El ciclo hidrológico se compone por almacenes de agua (tales como casquetes de hielo, océanos, humedad atmosférica y acuíferos) y flujos de agua (tales como evaporación, precipitación, corriente del río y fragmentación de un iceberg).

Ciclón tropical

Sistema de baja presión en latitudes tropicales que puede convertirse en una tormenta tropical, un huracán y otras tormentas de intensidad similar.

Cielómetro o nefobasímetro (ceilometer)

Un instrumento utilizado para determinar la altura de la base de las nubes, que ayuda a determinar el tipo de nube.

Clima

Tiempo atmosférico de una localidad promediado a lo largo de un período relativamente largo, teniendo en cuenta los extremos del comportamiento atmosférico durante este período.

Chubasco

Tipo de precipitación típicamente de corta duración, o en el que se producen frecuentes cambios de intensidad.

Cobertura de nubes

Porcentaje de cielo cubierto por nubes.

Compuestos

Productos químicos formados por átomos de dos o más elementos.

Concentración

Número de moléculas de un gas concreto, en una unidad de volumen, respecto a la suma de todas las moléculas en ese volumen. Se suele medir en partes por millón (ppm) o partes por billón (ppb).

Condensación

El cambio de fase de una sustancia gaseosa a líquido. El proceso de condensación libera energía; esta energía se conoce como calor latente.

Conducción

Transferencia de calor a través de colisiones entre los constituyentes de una sustancia (por ejemplo, moléculas, átomos). Si se calienta un extremo de una barra de metal, el calor será conducido a lo largo de la barra de tal manera que el otro extremo también aumentará su temperatura. La conducción puede ocurrir en sólidos, líquidos, o gases (generalmente es más eficaz en sólidos).

Congelación

Proceso de cambio de fase del agua de líquida a sólida (hielo).

Convección

Transferencia de calor por circulación de una masa, es decir, el movimiento a gran escala de grupos de constituyentes de un líquido o un gas (por ejemplo, moléculas, átomos) que están relativamente más calientes o más fríos que sus alrededores. La convección atmosférica se refiere principalmente a movimientos verticales provocados por el ascenso del aire caliente y el descenso del aire frío.

Cumuliforme

Un tipo de nube que parece amontonada, hinchada, en bandas o en formas redondas principalmente en su parte superior y en los lados.

Densidad (d)

Relación entre la masa (m) de una sustacia y su volumen (v) (d = m/v)

Deposición húmeda

Deposición de gases o aerosoles de la atmósfera en la superficie de la Tierra mediante su incorporación a la precipitación (gotas de lluvia, copos de nieve, etc.).

Depresión del bulbo húmedo

Diferencia entre la lectura de la temperatura del bulbo húmedo y la del bulbo seco en un psicrómetro giratorio.

Difusión Rayleigh

Difusión de la luz solar por las moléculas de la atmósfera, nombrada así en el siglo XIX en honor al físico británico John William Strutt, tercer Barón de Rayleigh.

Dispersión

Proceso por el cual la radiación interactuante con una sustancia es desviada en todas las direcciones.

Diversidad biológica (biodiversidad)

La diversidad de vida en todas sus formas, niveles y combinaciones que coexisten en un mismo ecosistema. A diferentes escalas esto incluye diversidad de ecosistemas, diversidad de especies, y diversidad genética. El grado de biodiversidad se usa a menudo como un indicador ambiental.

Ecosistema

Comunidad de diferentes especies interactuando unas con otras y con los factores físicos y químicos que forman parte de su entorno.

Efecto invernadero

Calentamiento del planeta por la absorción, por parte varios gases de la atmósfera (los *gases de efecto invernadero*), de la radiación infrarroja emitida por la superficie del planeta.

El Niño

Hace referencia a un prolongado y significativo calentamiento de las aguas superficiales del centro y este del Océano Pacífico tropical y, generalmente, al fenómeno que acompaña a este calentamiento.

Escala Celsius

Escala de temperatura inventada en 1742 por el astrónomo sueco Anders Celsius. Esta escala define el punto de fusión del hielo como 0° Celsius, y el punto de ebullición del agua como 100° Celsius. Debido al intervalo de 100 grados entre estos dos puntos, a esta escala se le llama a veces "Escala Centígrada".



Escala Fahrenheit

Escala de temperatura inventada en el siglo XVIII por el físico alemán Daniel Gabriel Fahrenheit. Esta escala define el punto de fusión del hielo a 32° F y el punto de ebullición del agua a 212°F. Estados Unidos es el único país del mundo que utiliza aún con frecuencia la escala Fahrenheit.

Escala Kelvin

Escala de temperatura llamada así por el físico británico William Thomson Kelvin, quien la propuso en 1848. Un grado Kelvin es equivalente a un grado Celsius. Sin embargo, cero grados en la escala Kelvin es la temperatura a la que la energía molecular es mínima, también llamada "cero absoluto".

Al dar la temperatura en escala Kelvin se utiliza la letra K sin el símbolo de grado. Cero en la escala Kelvin corresponde aproximadamente a -273°C.

Escarcha

Deposición del vapor de agua de la atmósfera en forma de hielo directamente sobre superficies como hierba o ventanas.

Escala pH

Sistema utilizado para especificar el rango de acidez o alcalinidad de sustancias. En esta escala, una sustancia con un pH 7 es neutra. Sustancias con pH menor que 7 son ácidas; sustancias con un pH mayor que 7 son alcalinas (o básicas).

Espesor óptico (también llamado profundidad óptica)

Medida de cuántas partículas (aerosoles) y moléculas de gas (aire) impiden la transmisión de luz a través de un gas a una longitud de onda específica. Para un espesor óptico de uno, la luz incidente se ve reducida a una intensidad de 1/e.

Estratiforme

Nube formada por una única capa o múltiples capas horizontales; la estructura de las nubes de este tipo es poco apreciable.

Estratosfera

Segunda capa de la atmósfera sobre la superficie de la Tierra, generalmente caracterizada por un incremento de la temperatura con la altitud. La estratosfera comienza a altitudes comprendidas entre los 8 km en las regiones polares a 16-18km en los trópicos, y se extiende hasta altitudes de unos 50 km donde hay un máximo en la temperatura atmosférica. La estratosfera contiene la mayor parte del ozono atmosférico.

Evaporación

Cambio de fase de una sustancia de líquido a gas.

Evapotranspiración

Transferencia y transformación de agua líquida del suelo al aire en estado vapor por procesos combinados de evaporación y transpiración de la vegetación.

Frente

Zona de transición entre dos masas de aire diferentes. Un frente es una zona de dirección de viento cambiante, de cambio de presión del aire superficial y donde normalmente se produce el desarrollo de nubes y precipitación.

Fotólisis

Ruptura de un compuesto atmosférico por la luz. Por ejemplo, cuando se forma ozono (O3) en la atmósfera, puede dividirse en átomos de oxígeno (O) y oxígeno molecular (O2) por la luz ultravioleta.

Fotómetro solar

Instrumento que mide la intensidad de la luz solar transmitida a través de la atmósfera en un pequeño intervalo de longitud de onda.

Fuerza (F)

Un empuje o tirón.

Fusión

Proceso por el que una sustancia cambia de fase sólida a líquida.

Gas traza

Gases presentes en la atmósfera en muy pequeñas cantidades, siempre inferiores a una décima parte de uno por ciento.

Gases de efecto invernadero

Cualquier gas que cause la retención de calor en la atmósfera, provocando un aumento de la temperatura media. Los gases de efecto invernadero absorben mucho la radiación infrarroja. Ejemplos de gases invernaderos significativos son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y los clorofluorcarbonos.

Geoestacionario

Objeto en órbita alrededor de la Tierra, que permanece sobre cierta posición en el planeta; el objeto se situa generalmente directamente sobre el Ecuador en una longitud fija.

Granizo

Precipitación en forma de bolitas irregulares de hielo con diámetro entre 2 mm. y 13cm. Las mayores granizadas se forman sólo cuando hay fuertes tormentas eléctricas con grandes corrientes de aire ascendente.

Gravedad

Fuerza de atracción entre la materia (ejemplo, la gravedad nos atrae hacia el centro de la Tierra).

Halo

Fenómeno óptico causado por la refracción de la luz solar o la luz lunar a través de cristales de hielo, dividiendo la luz visible en sus diferentes colores. Esto ocurre sólo con cirrostratos o cirros densos.

Hidrocarburos

Moléculas formadas principalmente por átomos de carbono e hidrógeno. Existen hidrocarburos gaseosos en la atmósfera, (por ejemplo, los compuestos del gas natural, compuestos químicos desprendidos de manera natural por las plantas, o compuestos que resultan a partir de productos del proceso de combustión).

Higrómetro

Instrumento utilizado para medir la humedad relativa del aire.

Humedad relativa

Medida de la cantidad de vapor de agua en una muestra de aire comparada con la cantidad de aire contenida en una muestra de aire saturada en vapor de agua a la misma presión y temperatura.

Humo

Aire que contiene suficientes aerosoles producidos por combustión como para ser visibles, lo cual puede reducir la visibilidad u obstruir la vista del cielo.

Hora de Greenwich (GMT)

Misma hora de referencia que la Hora Universal (UT); la hora correspondiente a los 0 grados de longitud, meridiano principal, que pasa por Greenwich, Inglaterra.

Hora Universal (UT)

Hora en los 0 grados de longitud (el meridiano principal); UT es el término actualmente preferido para esta hora de referencia, que es equivalente a GMT.

In situ

En el lugar. La mayoría de las mediciones atmosféricas en GLOBE, tales como la temperatura y el ozono, se toman in situ; sin embargo, muchas de estas cantidades pueden ser también medidas remotamente mediante el uso de satélites especiales.

Insolación

Radiación solar incidente.

Insolación difusa

Radiación solar que llega a la superficie de la Tierra siendo dispersada o reflejada por los componentes de la atmósfera (tales como gases, nubes y aerosoles)

Insolación directa

Radiación solar que llega a la superficie de la Tierra pasando directamente a través de la atmósfera sin interactuar con los componentes de la atmósfera de la Tierra.

Inversión térmica

Incremento en la temperatura con la altura en la troposfera, generalmente asociado a una masa de aire muy estable. Normalmente, la temperatura en la troposfera disminuye con la altura. Cuando y donde la temperatura aumenta con la altura, la mezcla vertical en la atmósfera se ve muy disminuida. Esto conduce a la retención de aerosoles y gases traza que contiene el aire cercano a la superficie. Esto también provoca que la atmósfera se estratifique en capas horizontales en la estratosfera y, por ello, el nombre de esta capa atmosférica.

Isobaras

Líneas de un mapa que unen puntos de igual presión.

Isotermas

Líneas de un mapa que unen puntos de igual temperatura.

La Niña

Periodo de enfriamiento anómalo de la superficie del mar en la zona tropical central y este del Océano Pacífico.

Lector óptico de ozono

Instrumento que se utiliza en el protocolo de Ozono GLOBE que mide el cambio de color en las tiras químicas de ozono, y que es interpretado como una concentración de ozono en unidades de ppb.

Llovizna

Precipitación que cae lentamente compuesta por gotas de diámetros comprendidos entre 0,2 y 0,5mm. La llovizna reduce la visibilidad más que la lluvia fina debido a la gran cantidad de gotas muy pequeñas.

Lluvia ácida

Lluvia que tiene un pH menor que 5.6, que es el pH del agua en equilibrio con la concentración de dióxido de carbono en el aire.

Lluvia congelada o llovizna congelada

Gotas de aguas muy frías que se congelan al entrar en contacto con superficies frías.

Lluvia intensa

Lluvia que cae con tanta intensidad (mayor que 7,5mm/h) que reduce y oscurece la visibilidad del cielo.

Longitud de onda (de la luz)

Propiedad de la luz que es inversamente proporcional a su frecuencia y que describe la distancia de un pico de la onda al siguiente pico. La luz visible se encuentra en el intervalo de longitud de onda de 0,38 micrómetros (violeta) a 0,7 micrómetros (rojo). La sensibilidad del ojo humano es máxima para una luz de longitud de onda de unos 0,5 micrómetros (verde), cercano a la respuesta de la longitud de onda del canal verde del fotómetro solar de GLOBE.

Masa de aire

Volumen grande de aire (a menudo cubre miles de kilómetros cuadrados) con características de humedad y temperatura que varían poco horizontalmente.

Masa de aire relativa

Proporción de la cantidad de atmósfera entre un observador y el sol respecto a la cantidad de atmósfera que tiene sobre sí. La masa de aire relativa está directamente relacionada con el ángulo de elevación solar.

Medio interplanetario

Espacio entre planetas que contiene radiación electromagnética, campos eléctricos y magnéticos, gas ionizado, átomos neutros y partículas de polvo microscópicas. Las características del espacio interplanetario son influidas principalmente por el sol y no por los planetas individuales.

Mediodía solar

Hora a la cual el sol está en su punto más alto en el cielo (cénit) durante el día.

Mesosfera

La tercera capa de la atmósfera sobre la superficie de la Tierra, que generalmente se encuentra a altitudes entre 50 km y 80-85 km, y que se caracteriza por la disminución de la temperatura según aumenta la altitud.

Milibar

Unidad de presión barométrica equivalente a la milésima parte de un bar y a un hectopascal.

Monóxido de Carbono

Molécula compuesta por un átomo de oxígeno y un átomo de carbono producido principalmente por los procesos de combustión incompleta (fórmula química: CO).

Niebla

Nube en contacto con la superficie de la Tierra.

Nieve en suspensión

Nieve del suelo arrastrada por el viento que reduce la visibilidad y oscurece parte o todo el cielo.

Nieve intensa

Nieve que cae reduciendo la visibilidad a menos de 400 metros y oscurece la visión del cielo.

Nube Cirriforme

Un tipo de nube alta formada por cristales de hielo (a altitudes mayores de 6 km sobre el nivel del mar).

Óxidos de nitrógeno

Familia de compuestos formados por uno o más átomos de nitrógeno y uno o más átomos de oxígeno. Monóxido de Nitrógeno (NO) y Dióxido de Nitrógeno (NO₂) son los productos principales de la combustión, mientras que el Oxido Nitroso (N₂O) es el producto principal de la actividad microbiana en suelos.

Ozono

Gas muy reactivo compuesto por 3 átomos de oxígeno que existe en cantidades variadas en la troposfera y estratosfera. El ozono se encuentra de forma natural en la atmósfera como resultado de la ruptura de las moléculas de oxígeno (O_2) en sus dos átomos de oxígeno y la combinación de éstas con moléculas de oxígeno para formar el ozono (O_3) .

Pascal

Unidad de presión equivalente a 1 Newton / metro cuadrado. 100 pascales equivalen a 1 hectopascal, que es la unidad de presión estándar utilizada en GLOBE.

Polvo en suspensión

Polvo (partículas del suelo más pequeñas que la arena) suspendido en el aire y que reduce la visibilidad u oscurece parte o todo el cielo.

ppb

Partes por billón, una unidad de medida de concentración de gas traza o proporción de mezcla, a veces también llamado ppbv (partes por billón por volumen), que es como las proporciones de mezcla de gases traza se definen normalmente.

Precipitación

Agua en estado sólido o líquido que cae a la superficie de la Tierra desde la atmósfera.

Precursor

Reactivo necesario en las reacciones de formación otros compuestos (por ejemplo, el óxido nítrico es un precursor del ozono en la atmósfera cercana a la superficie).

Presión

Fuerza por unidad de área. En la atmósfera debe considerarse como el peso de la columna de aire sobre un área determinada.

Presión a nivel del mar

Presión atmosférica ajustada al valor que se obtendría si la medición se realizara en un lugar a nivel del mar.

Presión en la estación

Presión atmosférica verdadera, sin corregir a las condiciones estándar a nivel del mar. Los pronósticos meteorológicos generalmente proporcionan la presión barométrica corregida a nivel del mar, no la presión en la estación.

Proporción de mezcla

Término científico utilizado a menudo como sinónimo de concentración. Un ejemplo es la masa de vapor de agua en una muestra de aire dividida por la masa total de aire en la muestra.

Psicrómetro giratorio

Instrumento formado por dos termómetros, uno de los cuales tiene un bulbo seco y el otro se mantiene húmedo. La diferencia entre la temperatura del bulbo húmedo y el seco se utiliza para calcular la humedad relativa.

Radiación

Ver "Radiación electromagnética".

Radiación Electromagnética (EM)

Ondas de energía producidas por la oscilación y la aceleración de cargas eléctricas. Las ondas componentes EM tienen eléctricos magnéticos. A diferencia de la conducción y la convección las ondas EM no necesitan un medio sólido, líquido o gaseoso para transmitir energía. La radiación electromagnética puede ordenarse en un espectro desde longitudes de onda cortas muy energéticas (rayos gamma, rayos x), a menos energéticas, de longitudes de onda muy largas (microondas y radio). La luz visible es una pequeña parte del espectro electromagnético que el ojo humano puede ver.

Radiación infrarroja

Luz (radiación electromagnética) con longitudes de onda comprendidas entre un poco mayores que la luz visible (0,7 micrómetros) a justo inferiores a las microondas y ondas de radio. (1000 micrómetros). La cantidad de luz emitida en forma de calor por la superficie de la Tierra y la baja atmósfera alcanza su punto máximo a longitudes de onda cercanas a los 10 micrómetros, y a la luz en esta parte del rango de longitud de onda del infrarrojo se la conoce generalmente como infrarrojo térmico.

Radiación visible

Luz con longitudes de onda entre unos 0,38 y 0,7 micrómetros perceptible por el ojo humano. El Sol emite su pico máximo de energía en la porción visible del espectro electromagnético.

Reactivos

Sustancias químicas que sufren reacciones químicas en la atmósfera.

Reflexión

Proceso mediante el cual la radiación incidente sobre un objeto se aleja del objeto según un ángulo fijo.

Relación inversa

Cuando dos variables se relacionan entre sí de forma opuesta; por ejemplo, si una aumenta la otra disminuye (x=1/y).

Satélite

Objeto en órbita alrededor de un cuerpo celeste mayor.

Satélite de órbita polar

Satélite artificial (nave espacial que orbita la Tierra) que pasa cerca o sobre los polos. Este término se refiere generalmente a satélites en órbitas cercanas a los polos que son diseñados de manera que su plano orbital mantiene un ángulo constante (de media) con la línea entre el sol y la Tierra. Estos satélites se llaman heliosíncronos.

Smog

Aire que contiene suficiente cantidad de aerosoles procedentes del agua y de la combustión como para ser visibles. Los aerosoles del smog pueden ser producidos indirectamente por reacciones entre los gases procedentes de los tubos de escape. La palabra smog se originó como combinación de las palabras "smoke" (humo) y fog (niebla), y puede reducir la visibilidad de la misma manera.

Sublimación

Transición de una sustancia directamente de fase sólida a gas o a la inversa - proceso mediante el cual el vapor de agua se transforma en hielo directamente sin pasar por la fase líquida.

Techo de nubes

Altura de la base de la capa de nubes que cubre más del 50% del cielo.

Temperatura

Medida de la energía media del movimiento de todos los átomos y moléculas que constituyen una sustancia.

Temperatura del bulbo húmedo

Temperatura tomada en un psicrómetro giratorio a partir de un termómetro con un bulbo envuelto en un dispositivo húmedo, después de girar el psicrómetro durante la cantidad de tiempo recomendada.

Temperatura del bulbo seco

Temperatura de uno de los dos termómetros de un psicrómetro giratorio; esta temperatura corresponde al bulbo que no contiene la mecha saturada de agua.

Temperatura del punto de rocío

Temperatura a la cual el vapor de agua comienza a condensar en aire enfriado a presión constante. Esta temperatura es una medida de la cantidad de vapor de agua en el aire.

Termosfera

La cuarta capa de la atmósfera sobre la superficie de la Tierra. En la termosfera la temperatura aumenta mucho. las concentraciones de iones son significativas, y la dinámica de la atmósfera es practicamente independiente de las fuerzas y fenómenos asociados con la superficie de la Tierra y baja atmósfera. La mayor parte de la ionosfera está contenida en la termosfera y por encima de la encuentra termosfera se espacio interplanetario.

Tiempo (atmosférico)

Estado de la atmósfera en un lugar y un momento concretos. El tiempo atmosférico incluye variables tales como temperatura, presión barométrica, viento, nubosidad, precipitación y humedad relativa.

Tira de prueba química

Tira de papel tratada con reactivos específicos que cambian de color al exponerse al ozono.

Tormenta eléctrica

Cumulonimbo o familia de nubes cumulonimbo que producen relámpagos y, por ello, truenos. Las tormentas eléctricas no siempre van acompañadas por precipitación que llega al suelo.

Transpiración

Proceso por el cual el vapor de agua escapa a la atmósfera a través de los estomas abiertos de la superficie de las plantas.

Troposfera

Capa inferior de la atmósfera donde se producen la mayoría de los fenómenos meteorológicos. La troposfera contiene aproximadamente el 80% de la masa de la atmósfera y se caracteriza por temperaturas que normalmente disminuyen con la altitud. El límite entre la troposfera y la estratosfera

depende de la latitud y la estación. Varía desde los 8 km sobre los polos hasta 16-18 km sobre los trópicos.

Ultravioleta

Parte del espectro electromagnético que es más energético, y de longitud de onda menor que la luz visible; normalmente se define como radiación con longitudes de onda entre 0.1 - 0.38 micrómetros.

Vapor de agua

La forma gaseosa del agua en la atmósfera incolora, inolora e invisible.

Vapor de agua precipitable

Ancho de la capa de agua líquida del planeta que se formaría si todo el vapor de agua en una columna de atmósfera se condensara en la superficie terrestre. Como media, la atmósfera contiene alrededor de 2 centímetros de vapor de agua precipitable.

Visibilidad

Distancia desde la cual un observador puede ver e identificar claramente un objeto.