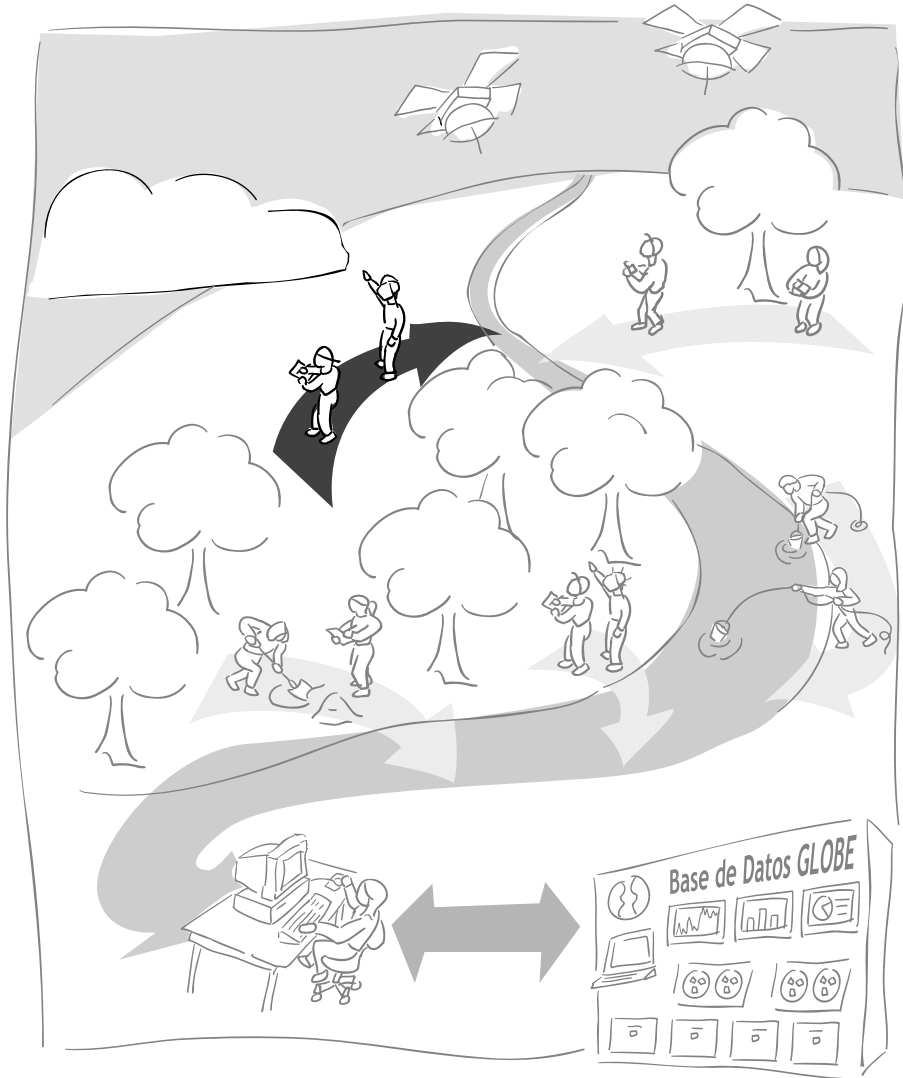


Investigación de la Atmósfera



Una Investigación de Aprendizaje de GLOBE™



Un Vistazo a la Investigación de la Atmósfera



Protocolos

Mediciones diarias en el lapso de una hora desde el medio día solar, de:

- tipo de nubes
- cobertura de nubes
- precipitación (lluvia o nieve)
- pH de la precipitación
- temperatura actual
- temperatura máxima durante las últimas 24 horas
- temperatura mínima durante las últimas 24 horas

Secuencia Sugerida de Actividades

Lea *Bienvenidos a la Investigación de la Atmósfera*

Duplicar la carta del científico y la entrevista y distribuir copias entre los estudiantes.

Lea los *Protocolos* para conocer con precisión lo que se debe medir y cómo se lo debe hacer.

Lea la descripción breve de las actividades de aprendizaje que están al principio de la sección de *Actividades de Aprendizaje*.

Realice estas actividades junto con los estudiantes antes de empezar con los protocolos:

Observación, Descripción e Identificación de las Nubes

Cálculo de la Cobertura de Nubes: Una Simulación.

Instale la caseta de instrumentos y el pluviómetro en un lugar adecuado en el patio de su escuela.

Si le es posible, haga que los estudiantes participen en la planificación del lugar donde se han de colocar los instrumentos. El criterio que debe seguir para decidir esta ubicación lo encontrará en la sección de *Protocolos*.

Envíe los datos de definición del Sitio de Estudio de la Atmósfera al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE.

Saque copias de la Hoja de Trabajo de Datos de la Atmósfera, que encontrará en el *Apéndice*.

Enseñe a sus estudiantes a tomar las mediciones diarias siguiendo las instrucciones de los protocolos.

Envíe sus datos a diario al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE.

Realice las demás actividades de aprendizaje a medida que avanza en la toma de mediciones diarias.



Notas Especiales

Asegúrese de obtener los instrumentos requeridos para los protocolos de Atmósfera. Podrá encontrar información sobre cómo conseguirlos en la sección *Juego de Herramientas*



Tabla de Contenido



Bienvenidos a la Investigación de la Atmósfera

Carta de la Científica a los Estudiantes	Bienvenida - 4
Conozca a la Dra. Susan Postawko	Bienvenida - 5



Introducción

La Gran Imagen	Introducción - 1
Una Visión de Campo sobre la Investigación de la Atmósfera	Introducción - 2
Enfoque en las Ideas Científicas Claves.....	Introducción - 3
Preparación Para el Trabajo de Campo	Introducción - 5
Una Vista General de las Actividades Educativas.....	Introducción - 7
Evaluación de los Estudiantes	Introducción - 7



Protocolos

Cómo realizar su Investigación de la Atmósfera	Protocolo - 2
Protocolo del Tipo de Nubes	Protocolo - 4
Protocolo de la Cobertura de Nubes	Protocolo - 5
Protocolo de la Precipitación.....	Protocolo - 6
Protocolo de la Precipitación Sólida	Protocolo - 8
Protocolo del pH de la Precipitación	Protocolo-11
Protocolo de la Temperatura Máxima, Mínima y Actual	Protocolo-14



Actividades de Aprendizaje

Observación, Descripción e Identificación de Nubes	Actividades de Aprendizaje - 2
Estimación de la Cobertura de Nubes: Una Simulación	Actividades de Aprendizaje - 6
Estudio de la Caseta Protectora de Instrumentos	Actividades de Aprendizaje - 9
Construcción de un Termómetro	Actividades de Aprendizaje - 13
Tierra, Agua y Aire	Actividades de Aprendizaje - 22
Observación de Nubes	Actividades de Aprendizaje - 24



Apéndice

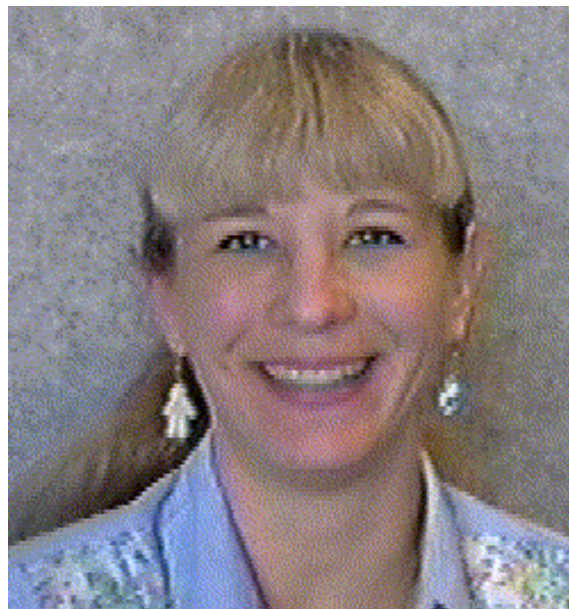
Hoja de Trabajo de Datos	Apéndice - 2
Observación del Tipo de Nubes	Apéndice - 4
Glosario	Apéndice - 8
Hoja de Ingreso de Datos en la Web de GLOBE	Apéndice - 9



Carta de la Científica a los Estudiantes

Queridos estudiantes:

¡Hola! Me llamo Susan Postawko y soy la científica que dirige las investigaciones de la Atmósfera y el Clima para GLOBE. Soy miembro de la Escuela de Meteorología de la Universidad de Oklahoma, en Norman, Oklahoma. Mis colegas en el grupo de Atmósfera y Clima son el Dr. Mark Morrissey, la Sra. Renee McPherson, el Dr. Ken Crawford y el Dr. Rajeev Gowda. Además, tenemos varios estudiantes de pregrado y posgrado que trabajan con nosotros. Estamos muy contentos de darles la bienvenida a estas Investigaciones de la Atmósfera y el Clima y estamos muy entusiasmados de poder trabajar con ustedes.



Casi todo el mundo en nuestro planeta está interesado, de algún modo, en el clima y los cambios climáticos. Esto sucede debido a que cualquier cambio a largo plazo en la temperatura o la precipitación en el planeta, nos afectará a todos en última instancia. Muchos países están poniendo en práctica programas educativos, informativos y de capacitación para aumentar la conciencia sobre los impactos potenciales del cambio climático. Para poder detectar las tendencias a largo plazo, debemos mejorar nuestro monitoreo del clima del planeta.

Al realizar ustedes mediciones diarias de nubes, temperatura y precipitación, están ayudando a tomar el pulso del planeta. Ustedes están participando en el monitoreo de los cambios que tiene lugar en todo el mundo. Es una gran responsabilidad, pero estamos seguros que pueden asumirla.

Cuando miden sus parámetros ambientales y comparten esta información con estudiantes de otros lugares del mundo, están adquiriendo mayores conocimientos y habilidades para tomar decisiones que determinarán qué clase de mundo estamos dejando a las generaciones futuras.

Les mantendremos informados sobre lo que los científicos van aprendiendo acerca del tiempo y el clima, y les invitamos a que nos envíen información acerca de: ¡los descubrimientos que hagan !

Nuevamente, ¡bienvenidos a GLOBE! ¡Y diviértanse!

Susan Postawko

Dra. Susan Postawko
Universidad de Oklahoma
Norman, Oklahoma, EE.UU.

Conozca a la Dra. Susan Postawko

Duplicar y distribuir a los estudiantes.

Entrevista a la científica

Bienvenida

Introducción

Protocolos

Actividades de Aprendizaje

Apéndice

Dra. Postawko: Soy profesora asistente del departamento de meteorología de la Universidad de Oklahoma, Norman, Oklahoma. Estoy interesada en el clima del mundo, así como el de otros planetas, en especial el de Marte. Estudio lo que ha sucedido en Marte durante la historia más cercana del sistema solar y lo comparo con lo que la Tierra pudo haber sido.

GLOBE: *¿Marte tiene clima?*

Dra. Postawko: Marte tiene atmósfera y cualquier planeta con atmósfera tiene clima. Su atmósfera es aproximadamente un centésimo más espesa que la de la Tierra y su temperatura promedio está por debajo de la congelación. Pero al mirar hacia Marte con telescopios, observamos patrones de nubes que se parecen a los de la Tierra. Poco después de haberse formado Marte, hace cuatro billones de años, pudo haber sido muy similar a la Tierra. Vemos cosas que se asemejan a cauces de ríos secos en Marte, así como otros indicios de que alguna vez hubo agua fluyendo por su superficie. Quizás tan solo hasta hace tres billones de años Marte pudo haber sido muy similar a la Tierra. Uno de los aspectos que más me interesan del hecho de que Marte y la Tierra pudieron haber tenido un comienzo similar es ¿por qué ahora son tan distintos?

GLOBE: *En nuestro sistema solar, ¿existe agua líquida en otro lugar aparte de la Tierra?*

Dra. Postawko: Quizás en Europa, una de las lunas de Júpiter. Existen pruebas fehacientes de que bajo la corteza helada, que puede tener un grosor de decenas de metros, existe agua líquida en Europa. La razón por la que lo creemos es que Europa es increíblemente lisa. Muchos de los elementos del sistema solar tienen estigmas de cráteres, pero Europa, a partir de lo que podemos decir, basados en los vuelos del Voyager, tiene un relieve de un par de metros. Eso es todo. Parece como si cada vez que algo de más altura fuera a formarse en Europa, algún líquido del interior fluye hacia arriba y lo llena y, dado que la superficie está helada, hay bastante certeza de que se trata de agua.

GLOBE: *¿Así que es algo así como una bola de billar, en cuanto a su superficie?*

Dra. Postawko: Así es. El sistema solar es un lugar fascinante. Al ver estos otros sitios uno se pregunta: «¡Vaya! ¿Cómo sucedió todo esto?»

GLOBE: *¿Qué tipo de información es la que usted requiere de los estudiantes de GLOBE y por qué?*

Dra. Postawko: Me interesa la lluvia y las nubes porque ellas afectan la cantidad de sol que las atraviesa y el sol



es el que nutre de energía a todo el planeta. Es lo que mantiene la vida. Necesitamos saber qué cantidad de sol ingresa y qué tipo de nubes pueden reflejar hacia afuera la luz solar. Las nubes también nos dicen la cantidad de vapor de agua que existe en la atmósfera y esto nos ayuda a comprender el ciclo hidrológico, probablemente el más crítico que existe sobre la Tierra. ¿Qué cantidad de agua se está evaporando de la superficie? ¿Cuánta agua existe en la atmósfera? ¿Cuánta precipitación hay en determinado punto en cierta época?

Actualmente, todos hablan del calentamiento global. Pero aún no se tiene pistas de lo que estamos haciendo con la atmósfera; lo cierto es que el clima en la Tierra siempre ha cambiado. Han existido épocas que han sido más frías y otras que han sido más calientes. Es preciso que podamos comprender estos cambios para poder adaptarnos a los nuevos que vengan. ¿Vamos a tener otra época glacial? ¿Qué significaría esto en relación a los sitios en los que la población pudiera vivir y los cultivos crecer?

GLOBE: *Usted puede identificar las tendencias, pero ¿puede también identificar las causas de éstas?*

Dra. Postawko: No siempre. La Tierra es un sistema complejo y los científicos deben saber un poco de todo, ciencia atmosférica, oceanografía, geología, biología

y todo lo demás, como para comprender realmente lo que ocasiona el cambio en algún aspecto. Durante un largo tiempo, los científicos han estudiado únicamente en sus propios pequeños nichos. Solo hace poco hemos caído en cuenta de que no es posible entender la Tierra por partes. De modo que es mucho más difícil identificar lo que está ocasionando las tendencias. Parece que la tendencia en la precipitación probablemente tenga que ver con el hecho de que el planeta se está recalentando un poco. Pero uno se puede preguntar: “Bueno, ¿y qué es lo que lo está recalentando?” Quizás podría ser el aumento de dióxido de carbono en la atmósfera, o tal vez otra cosa.

GLOBE: *¿Ha habido algún progreso en cuanto al cambio climático? Por ejemplo, ¿se ha logrado hacer llover un poco sobre los desiertos?*

Dra. Postawko: Este es un tema muy controvertido. Desde que empezamos a tomar más conciencia del clima, la gente ha intentado modificarlo. Hemos intentado sembrar nubes para producir lluvia. Hemos intentado sembrar huracanes para ayudarlos a morir antes de que toquen el suelo. La verdad es que en la mayoría de los casos, no sabemos si lo que estamos haciendo tendrá algún efecto. No sabemos si sembrando nubes realmente estamos ayudando a provocar lluvia o si lloverá de todas maneras.

GLOBE: *¿Los estudiantes han ayudado a los científicos a recopilar este tipo de información?*

Dra. Postawko: Definitivamente. Estamos involucrados en un programa en el que los estudiantes de la zona del Pacífico han estado realizando mediciones de lluvia durante los últimos tres años. En el Pacífico existe mucho océano y no demasiada tierra, de modo que la información que podamos recoger a través de los estudiantes es invaluable, pues nos ayudan a comprender los cambios en la temperatura y la precipitación en la región. De hecho, los estudiantes probablemente han realizado un 30% del total de observaciones que se han llevado a cabo en el Pacífico.

GLOBE: *Cuéntenos algo acerca de usted. ¿Dónde nació? ¿Dónde creció?*

Dra. Postawko: Crecí en San Luis, Missouri y estudié en la Universidad de Missouri, en San Luis. Siempre me interesó la astronomía, así que me decidí por el programa de física y la astronomía. ¡Yo no estaba en absoluto preparada para ello! La secundaria a la que asistí no tenía un plan de estudios extenso de matemáticas ni de ciencias. Siempre me gustó la ciencia, pero no las matemáticas. En la universidad vi las aplicaciones de las matemáticas en la ciencia y me emocioné mucho. Lo disfruté tanto que hasta llegué a ser profesora asistente de matemáticas, ¡algo que nunca hubiera soñado hacer! Terminé

obteniendo un diploma en física y astronomía. El interés por esta última se centraba en los planetas. Cuando estaba considerando la idea de continuar mis estudios, un catedrático me sugirió que considerara los programas de ciencias atmosféricas porque realizaban trabajos atmosféricos de los planetas. Sin dudar, me apunté en ciencia atmosférica en la Universidad de Michigan. Obtuve mi doctorado en 1983, y luego estudié la evolución y las atmósferas de planetas en la Universidad de Hawai. En 1991, mi esposo y yo vinimos a la Universidad de Oklahoma y ahora estoy en un muy tradicional departamento de meteorología, lo que es muy divertido. Cuando el tiempo se daña un poco, todo el mundo corre en sus vehículos a perseguir tornados.

GLOBE: *¿Usted persigue tornados?*

Dra. Postawko: Ellos van en cacería de tornados. Yo todavía tengo el impulso de ir al sótano cuando hay mal tiempo. Todos los demás corren a sus vehículos. Los estudiantes universitarios me amenazan con arrastrarme con ellos uno de estos días. Todos tienen su perro y una cámara filmadora. Yo lo veré por televisión.

GLOBE: *¿Qué sucede si un tornado va tras de uno?*

Dra. Postawko: En ese caso está en problemas.

GLOBE: *¿Usted tiene hijos?*

Dra. Postawko: No, pero tengo cuatro perros, cinco gatos y tres pájaros.



GLOBE: *¿Cómo le gusta divertirse?*

Dra. Postawko: Muchas de las cosas que me divierten tienden a ser sobre ciencia. Me encanta salir en las noches con mis binoculares a observar las constelaciones, mirar estrellas fugaces, intentar encontrar los planetas. Mi idea acerca de lo que es divertido cambió drásticamente al llegar a Oklahoma. En Hawaii, disfrutaba de hacer caminatas, de ir en kayak y de bucear. Aquí no hay mucho de eso, pero de todas maneras es un Estado interesante.

GLOBE: *¿Le empezó a interesar la astronomía cuando estaba en la secundaria?*

Dra. Postawko: Estoy interesada en la astronomía desde que tengo uso de razón. Pienso que una de las razones es que a mi padre le gustaba observar las constelaciones. Me leía acerca de los planetas y esos temas.

GLOBE: *¿Cuál era su actitud hacia la ciencia cuando estaba en la secundaria?*

Dra. Postawko: Disfrutaba de ella. Luchaba contra las matemáticas porque no comprendía su utilidad. En la universidad tuve como consejera una mujer poco diligente. Cuando le dije que me quería especializar en física y astronomía, me dijo: «Cariño, ¿sabes que eso implica muchas matemáticas?» «Bueno, tomaré matemáticas si debo hacerlo». Ella pensaba que yo quería especializarme en Español porque lo había estudiado en la secundaria. «No, no creo que quiera especializarme en Español».

GLOBE: *Como mujer, ¿alguien intentó desanimarla de estudiar ciencias?*

Dra. Postawko: Únicamente esa consejera. Creo que ella no tenía muchas mujeres en ciencias. La verdad es que cuando escucho a las

mujeres hablar acerca de los obstáculos que enfrentaron, realmente las admiro por haber continuado, puesto que yo nunca percibí que alguien quisiera impedirme hacer lo que quería. Mis padres siempre me animaron a que hiciera lo que deseaba. Tuve catedráticos maravillosos que nunca sugirieron que debía hacer algo más en vez de ciencias.

GLOBE: *Si un genio saliera de repente en una lámpara y le ofreciera responderle una pregunta, ¿qué le plantearía usted?*

Dra. Postawko: ¿Cómo era Marte en un principio? He pasado años intentando imaginarlo.

GLOBE: *¿Es posible averiguarlo sin ir allí, o debemos ir y realizar excavaciones?*

Dra. Postawko: Creo que definitivamente deberíamos ir. Parte del problema de enviar instrumentos remotos es que estos no pueden ver algo que no es usual y probarlo. Una de las maneras por las que hemos aprendido tanto acerca de la Luna, es porque los astronautas que fueron allá miraron y decidieron lo que había que estudiar.

GLOBE: *Cómo científica, ¿recuerda el mayor desafío con el que se ha enfrentado?*

Dra. Postawko: Lo fascinante de la ciencia es que todos los días estamos haciendo algo que nadie había hecho nunca antes. Se está aprendiendo nuevas cosas que

nadie había aprendido jamás. Lo fascinante de la ciencia es que no solo se puede tener la suerte de tropezar con grandes descubrimientos, sino que día a día se acumula conocimiento.

GLOBE: *¿Cuáles son las recompensas de la ciencia?*

Dra. Postawko: Creo que hay dos aspectos de la ciencia que son gratificantes. El primero es descubrir cosas que ayudan a la gente en su vida cotidiana. Eche un vistazo a las tecnologías que utilizamos a diario. Son los resultados de la investigación científica de alguna persona. También es gratificante aprender y aumentar el conocimiento acerca de la Tierra, los planetas y el universo. Nunca se sabe qué información le será útil a las generaciones futuras. Cuando Isaac Newton estaba elaborando sus cálculos o la teoría de la gravedad, no creo que él realmente supiera cómo eso podría ser aplicado por las generaciones venideras, pero ahora nos sirve para enviar naves espaciales a Júpiter.

GLOBE: *¿Al crecer, tuvo héroes?*

Dra. Postawko: Los astronautas. Quería ser astronauta. Pensaba que era la gente más interesante que existía.

GLOBE: *¿Qué les aconsejaría a los estudiantes que están interesados en la ciencia de la Tierra?*

Dra. Postawko: Que tengan confianza en sí mismos. Hagan lo que quieran hacer y no permitan que nadie les diga que no son lo suficientemente listos como



para emprender algo, puesto que si yo he pasado por esto, cualquiera puede hacerlo. Deben seguir su corazón, deben obedecer a lo que en realidad les interesa. Si realmente se concentran en ello, lo pueden lograr. Eso suena trillado, y si alguien me lo hubiera dicho cuando estaba en octavo año, le habría respondido: «Claro, claro, seguro. Usted no sabe cómo es esto». Pero es verdad.

GLOBE: *¿Le gustaría añadir algo?*

Dra. Postawko: Espero que los estudiantes no crean que los científicos se sientan en torres de marfil sin conexión con el mundo real. El mundo real es la ciencia. La ciencia es como una novela de misterio, siempre se está buscando respuestas. ¿Por qué sucedió esto y aquello? Los estudiantes deberían divertirse con la ciencia.

Introducción



La Gran Imagen

“¡Todo el mundo habla sobre el clima, pero nadie hace nada por él!”. Esta es una clásica frase con la que la gente viene quejándose, en todo el mundo, quizás desde hace siglos. Realmente, hay alguien que sí está haciendo algo por el clima. Los científicos en todo el mundo están estudiándolo todo los días y, ahora con el programa GLOBE, ¡sus alumnos pueden ayudar! Las mediciones que ellos hagan nos ayudarán a comprender mejor el clima de nuestro planeta.

Existen varias razones por las que estudiamos la atmósfera. Deseamos conocer día a día cosas como cuál será la temperatura para poder decidir qué ropa vamos a usar, si necesitamos llevar paraguas o no, o si será necesario llevar un sombrero y protección solar para evitar los rayos ultravioletas del sol. Los agricultores necesitan saber si habrá suficiente lluvia para su siembra. En los complejos de esquí es preciso saber cuánta nieve va a caer. Los habitantes de zonas normalmente aquejadas por huracanes desean saber cuántos huracanes deberán esperar a lo largo del año. Casi a todos les gustaría saber cuál va a ser el clima, ¡no solo mañana o pasado sino de aquí a seis meses, un año o diez años! Los científicos que estudian la atmósfera analizan no sólo lo que sucede con el tiempo en todo el mundo actualmente, sino que, de cierta forma, analizan lo sucedido en el pasado y lo que vendrá en el futuro.

Al decir *tiempo* nos referimos a lo que sucede en la atmósfera hoy, mañana o pasado mañana. Al decir *clima* nos referimos a lo que sucede a lo largo del tiempo. Por ejemplo, en ciertas ciudades la temperatura actual podría ser 25°C (esto es el tiempo), pero si analizáramos los registros del tiempo de los últimos 30 años, averiguaríamos que la temperatura promedio en cierta ciudad en ese día en especial fue de 18°C (eso es clima). Durante este mismo período de 30 años, la temperatura de esta ciudad ha variado entre temperaturas extremas como 30°C y tan bajas como 12°C, en este día en particular. Por lo tanto, la temperatura actual de 25°C no es inusual.

Al estudiar la historia del clima de la tierra,

podemos notar que la temperatura y la precipitación en cualquier lugar cambian a lo largo del tiempo. Por ejemplo, las imágenes de ciertos satélites muestran que había grandes ríos a través del desierto del Sahara. También creemos que alguna vez ciertas partes de Africa estuvieron cubiertas de hielo y que un mar no muy profundo cubría gran parte de los Estados Unidos. Todos estos cambios sucedieron mucho antes de que los seres humanos habitaran en cualquiera de estas regiones, pero si la Tierra era tan distinta en el pasado, ¿podremos predecir lo que sucederá en el futuro?

La atmósfera de la Tierra es una capa delgada de gases que se componen casi en un 79% de nitrógeno, 20% de oxígeno y 1% de una serie de otros gases (incluyendo el vapor de agua y el dióxido de carbono). La atmósfera es muy activa y los cambios en una parte del mundo van a afectar a otras zonas. Muchos científicos están preocupados por la quema de combustibles fósiles, como el carbón y el petróleo, puesto que depositan demasiado dióxido de carbono en la atmósfera, lo cual puede recalentar todo el planeta. La quema de estos combustibles también añade partículas de lo que se denominan *aerosoles*, los cuales -a nivel local- pueden resaltar los efectos de recalentamiento con más fuerza que los producidos por el dióxido de carbono u otros gases. Al quemar combustibles fósiles se puede aumentar en la atmósfera la cantidad de gases como dióxido de sulfuro y óxidos de nitrógeno. El aumento de estos gases se relaciona con la creciente acidez de la precipitación, lo cual afecta a las plantas, los animales, las fuentes de agua, los suelos y las estructuras. Si bien el clima de la Tierra varía de forma natural, la acción del ser humano ha tenido potencia como para afectar el clima en un ritmo mucho más acelerado que el natural.

Las consecuencias de un cambio en el clima pueden afectar en potencia a cada ser vivo en nuestro planeta. La comunicación internacional y la cooperación son esenciales para comprender y enfrentar estos posibles efectos del cambio climático en todo el globo. Las mediciones de los



parámetros medioambientales son necesarias para vigilar el estado actual de la atmósfera y para alertarnos sobre los muchos cambios que pudieran estar sucediendo. Con el programa GLOBE, los estudiantes ayudarán a los científicos a comprender las condiciones medioambientales sobre la Tierra en la actualidad y a lo largo del tiempo, para poder determinar si ha habido cambios.



La gente piensa a menudo que los científicos saben lo que está sucediendo en todas partes del mundo, pero nada hay más lejos de la verdad. Existen muchas regiones en las que los científicos tienen únicamente una idea muy general sobre factores ambientales como temperatura y precipitación. Incluso en aquellas regiones donde pareciera que los datos son abundantes, los científicos aún no saben mucho sobre cómo estos factores varían de una distancia a otra relativamente corta. Las mediciones que los estudiantes realicen con el programa GLOBE, ayudarán a dar un gran paso en la comprensión de nuestro mundo.



Una Visión de Campo sobre la Investigación de la Atmósfera

Si bien existen muchos aspectos de la atmósfera, cuya comprensión es importante, las mediciones fundamentales, y en las que nos concentraremos, son el tipo y cobertura de nubes, la temperatura del aire y la cantidad de precipitación y pH. Un buen hábito a desarrollar consiste en mirar hacia el cielo cada vez que salga. Empiece a prestarle atención a lo que sucede en la atmósfera. ¡Podrá sorprenderse de todo lo que acontece!



Los estudiantes realizarán sus observaciones sobre las nubes con sus ojos. Una cantidad que ellos van a estimar es la cobertura de las nubes, la cual varía entre cero (un cielo totalmente claro) y un 100 por ciento (un cielo totalmente nublado).



Otra característica que sus alumnos van a calcular con su vista será el tipo de nubes. Los científicos han definido una serie de clases de nubes basadas en su apariencia y altitud. Los estudiantes quizás ya estén familiarizados con algunos de estos tipos de nubes, como aquellas altas nubes de relámpagos denominadas cúmulonimbos, o las rizadas nubes de hielo que están muy alto en el



cielo y se llaman cirros. Con la ayuda del cuadro de nubes que les proporciona GLOBE, los estudiantes van a caracterizar cada nube dentro de los diez tipos distintos que existen.

El instrumento básico para medir la temperatura es el termómetro, del cual existen muchos tipos. Existen termómetros especiales disponibles que registran las temperaturas máxima y mínima, es decir las temperaturas mayores y menores desde la última vez que el termómetro fue puesto en cero. Para medir la temperatura del aire, se debe colocar el termómetro en un lugar bien ventilado, lejos de la luz del sol y de fuentes locales de calor.

La precipitación es relativamente fácil de medir. El pluviómetro es un recipiente sencillo que recoge agua de lluvia y cuyo funcionamiento se combina con ciertos métodos que permiten determinar la cantidad de agua que se ha acumulado en él. Es muy importante que se coloque el pluviómetro en una zona en la que no quede bloqueado por edificios o cubierto por árboles, ya que esto influiría en la cantidad de lluvia que pudiera caer en el pluviómetro. En aquellas regiones donde nieva, la profundidad de la nieve puede medirse con una varilla graduada. El contenido del agua varía considerablemente de una nevada a otra, por lo que también se debe medir ésta. El pH del agua de lluvia o de la nieve derretida puede medirse utilizando una cinta de pH, un lápiz o un medidor de pH, según el nivel de destreza de los alumnos.

Antes de decidir la ubicación definitiva de los instrumentos utilizados en esta investigación, lea la sección acerca de la colocación de los instrumentos, dentro de los Protocolos. Luego, junto a sus alumnos, dé un paseo por las instalaciones de la escuela para decidir cuáles serían los mejores lugares para colocar los instrumentos. Esta actividad le ayudará a evaluar el conocimiento inicial de sus alumnos y les hará razonar sobre los factores que pudieran incidir sobre sus mediciones.

Las siguientes son unas preguntas muy idóneas para plantear a los estudiantes, para que puedan decidir cuáles serán los lugares más adecuados para las mediciones:

- ¿Desde qué parte de los terrenos de la escuela se pueden observar más nubes?
- ¿Desde dónde se ven menos?

- ¿En qué lugar en los predios de la escuela será mayor la temperatura? ¿Por qué? ¿Dónde será menor la temperatura? ¿Por qué? ¿Estos dos lugares son representativos de todas las instalaciones de la escuela?
- ¿Cómo podrían afectar los edificios a la temperatura?
- ¿Habrá alguna diferencia entre la temperatura de un campo con hierba y un estacionamiento de asfalto o un patio? ¿Por qué?
- ¿Dónde colocaría un pluviómetro para recoger la mayor cantidad de lluvia? ¿Por qué? ¿Colocaría el medidor de nieve en este mismo lugar para recoger la mayor cantidad de la misma?

Mientras camina por los campos de la escuela, pida a sus alumnos que dibujen un mapa de la zona. Los alumnos menores quizás podrían señalar únicamente las características más importantes, como edificios, estacionamientos, zonas de juego, etc.; los estudiantes mayores pueden incluir más detalles, como la apariencia de la superficie de la zona de juegos (asfaltada, con hierba o tierra). Pídales que señalen cualquier arroyo o estanque y que indiquen las áreas de árboles. Pueden incluso medir la altura de los edificios y los árboles utilizando el clinómetro y las técnicas señaladas en la *Investigación de Cobertura del Suelo y Biología* y anotando los resultados en sus mapas. El objetivo consiste en conseguir un dibujo de los campos de la escuela para que, al decidir en qué lugar se van a colocar los instrumentos meteorológicos, los estudiantes puedan indicarlo en los mapas. De esta manera, ellos podrán contar con una buena descripción física del área que rodea a sus instrumentos. En los años siguientes, los nuevos alumnos pueden repetir estos trazos de mapas para comprender por qué se escogieron los distintos lugares.

Enfoque en las Ideas Científicas Claves

En esta sección vamos a analizar más detenidamente la importancia que cada una de las mediciones atmosféricas del programa GLOBE tiene para la ciencia.

Nubes

El agua está presente en la atmósfera en forma gaseosa (vapor de agua), líquida (gotas de lluvia o gotas de nubes) y sólida (cristales de hielo o lluvia congelada). Al igual que muchos otros gases que son parte de la atmósfera, el vapor de agua es invisible para el ojo humano. Sin embargo, al contrario que con los otros gases de nuestra atmósfera, bajo condiciones adecuadas, el vapor de agua puede variar de gas a partículas sólidas o gotas líquidas. Si las temperaturas están sobre el nivel de congelamiento, el vapor de agua se condensará en gotas de lluvia. Si, por el contrario, está por encima del nivel de congelamiento, se formarán pequeños cristales de hielo. Las nubes no son otra cosa que la forma visible de estos cristales o gotas.

El tipo de nubes que se puedan observar depende de las condiciones climáticas que esté experimentando o que pronto vaya a experimentar. Algunas de estas nubes se forman únicamente en climas suaves, mientras que otras traen consigo aguaceros o tormentas de rayos. Los tipos de nubes presentes nos dan información muy significativa sobre el movimiento vertical de la atmósfera en distintas alturas. ¡Al prestar atención a las nubes, pronto podrá utilizar la formación de nubes para predecir el clima!

Todos estamos conscientes de la existencia de las nubes, pero no todos nos damos cuenta de la importancia que tienen para el clima y el tiempo. Las nubes desempeñan un papel muy complejo en el sistema climático. Son la fuente de precipitación, afectan la cantidad de energía proveniente del sol que absorbe la Tierra y aíslan a la superficie de la Tierra y a la atmósfera baja. En un momento dado, casi la mitad de toda la superficie de la Tierra puede estar cubierta de nubes, las cuales reflejan la luz del sol y la alejan de la Tierra, logrando que el planeta se mantenga fresco. Al mismo tiempo, las nubes también absorben la energía que emana de la superficie de la Tierra y devuelve una parte de ella, con lo que el planeta se mantiene más abrigado de lo que puede ser de otra manera. Las mediciones realizadas por satélite han demostrado que, como promedio, el efecto de enfriamiento de las nubes domina sobre su efecto de calentamiento. Los científicos calculan que si nunca se formasen nubes en la atmósfera de la Tierra, nuestro planeta



tendría una temperatura 30°C mayor de lo normal.

Preguntas para discusión: Averigüe el número de días soleados de cada mes en su área, así como la temperatura promedio de cada mes (consulte un almanaque o un libro de referencia similar, o realice una investigación en la Red Mundial Web y, después del primer año, recurra también a los datos de GLOBE). ¿Cómo creen los estudiantes que se vería afectada la temperatura de la zona donde habitan si aumentara o disminuyera el número de días soleados?

Precipitación

Otra medición vital que los estudiantes realizarán es la *precipitación*, la cual se refiere a toda forma de agua líquida o sólida que caiga de la atmósfera y alcance la superficie de la Tierra. Dentro de la *precipitación líquida* tenemos la lluvia y la garúa; la *precipitación sólida* incluye la nieve, los trozos de hielo, el granizo y la lluvia congelada.

Nuestro planeta es un planeta de agua. De hecho, es el único planeta del sistema solar donde el agua líquida fluye naturalmente sobre la superficie. Casi toda forma de vida depende del agua. El agua que termina en la atmósfera, para solo retornar a la superficie a la Tierra, es parte de un *ciclo hidrológico* mayor. En este ciclo, el agua se evapora desde los océanos y la tierra, atraviesa la atmósfera, cae en la superficie en forma de precipitación y vuelve al mar desde la tierra, gracias a los ríos u otros medios.

La precipitación es un componente vital del clima. Allí donde es escasa, existen desiertos y donde abunda, en cambio, la vegetación es exuberante. El agua es el soporte de la vida y por ello la precipitación es básica para la agricultura, las fuentes de agua dulce y, en algunas regiones, hasta para producir energía.

Una de las funciones principales del agua en la Tierra consiste en transportar el calor de los *tropicos* a latitudes más altas. Esto se realiza gracias al movimiento de los océanos (corrientes) y al del agua de la atmósfera. A medida que la energía del sol alcanza la superficie terrestre, se vuelve más intensa en la zona ecuatorial que en los polos y esta es la razón principal por la que en los trópicos hace calor y frío en los extremos Artico y Antártico.

La mayor parte de la energía del sol que llega a las regiones ecuatoriales es absorbida por los océanos, por lo que el agua se evapora. Este vapor de agua,

entonces, queda libre para trasladarse por la atmósfera. A medida que asciende o se traslada a latitudes más altas, el vapor del agua se encuentra con temperaturas más frías y empieza a condensarse (cambia de estado gaseoso a líquido) para formar nubes y precipitación. Cuando ocurre el cambio de agua en estado gaseoso a líquido, el calor queda libre en la atmósfera. En otras palabras, mediante la transformación de agua líquida a gas y luego a líquido nuevamente en la atmósfera, parte de la energía del sol se transporta desde las regiones ecuatoriales hacia las polares.

Al conocer dónde se forman las nubes y dónde, cuándo y cuánta precipitación cae, los científicos podrán comprender mejor el comportamiento de la atmósfera de la Tierra.

Pregunta para discusión: Averigüe la cantidad promedio de precipitación mensual en su zona (consulte un almanaque o un libro de referencia similar, o realice una investigación en la WWW, o, si ya dispone de datos GLOBE de hace un año, también incluya a ellos también) ¿Cuáles cree usted serían las consecuencias si la lluvia se distribuyese de manera uniforme a lo largo de todo el año? ¿Qué pasaría si únicamente se contara con la mitad de lluvia durante determinado año? ¿Y si recibiera el doble de lo normal? ¿Qué factores piensa que influyen en el dónde y el cuándo cae lluvia?

pH de la Precipitación

El agua se mueve en todas las plantas y animales. La composición química del agua, por tanto, afectará los ecosistemas terrestres y acuáticos. Si bien la precipitación normal es ligeramente ácida (un pH de al menos 5,6), debido a los gases que naturalmente componen la atmósfera de la Tierra, la quema de combustibles fósiles libera gases en la atmósfera que interactúan con el vapor de agua y dan lugar a una precipitación con un pH inferior a 5,6. Esta *precipitación ácida* puede ocasionar daños directos a las plantas, durante un largo periodo, de modo que el efecto más grave consiste en que éstas se tornan más susceptibles a presiones producidas por el frío, las enfermedades, los insectos y la sequía. La precipitación ácida lixivia nutrientes del suelo y también puede hacer que se desprendan de éste iones de aluminio que destruyen las raíces de los árboles. Si estos iones de aluminio son arrastrados hacia los lagos y



corrientes, pueden causar efectos negativos sobre los peces.

Además de afectar a las distintas formas de vida, la precipitación ácida causa graves daños a las estructuras. Se conoce que ésta aumenta la corrosión de los metales y contribuye a la destrucción de las estructuras de piedra y las estatuas. En muchas regiones del mundo, edificios y esculturas famosos se están deteriorando a ritmos muy acelerados.

La acidez o el pH del agua puede modificarse a medida que se traslada en el ambiente. Cuando el agua se condensa por primera vez en la atmósfera, el pH es neutral o con valor 7,0. Luego, los gases tales como el dióxido de carbono y las partículas de la atmósfera se disuelven en las gotas y hacen que el pH disminuya. A medida que el agua fluye por la superficie de la tierra o a través del suelo, el pH nuevamente varía por efecto de las interacciones químicas con la tierra. El agua se junta en los arroyos, ríos, lagos y finalmente en los océanos. Con el programa GLOBE, los estudiantes van a medir el pH de la precipitación, el suelo y la superficie del agua.

Temperatura

Cuando se piensa en la diferencia entre día y noche, entre invierno y verano, o entre el clima de una región tropical comparado con el clima de la región polar, uno puede fácilmente imaginar esas diferencias en términos de temperatura.

Hay muchos factores que afectan la temperatura, el más importante de los cuales es la latitud. Los científicos que están estudiando el clima de nuestro planeta están muy interesados en averiguar si la temperatura en distintas latitudes está cambiando, y si es así, ¿cambia de la misma manera en todas las latitudes? La mayoría de los modelos que las computadoras elaboran sobre el clima en la Tierra predicen que si ésta se calienta, las regiones polares se calentarán más que los trópicos (aunque las regiones polares siempre serán más frías que los trópicos).

Juntas –temperatura y precipitación– producen un importante impacto en los tipos de plantas y animales que viven en cierta zona, y hasta en el tipo de suelo que se forma allí. Las mediciones que los estudiantes realizarán para la Investigación de la Atmósfera, son importantes para los científicos que estudian el clima, el tiempo, la

cobertura del suelo, la biología, la hidrología y el suelo.

Pregunta para discusión: Averigüe la temperatura promedio mensual en su zona (consulte un almanaque o un libro de referencia similar, o realice una investigación en la Web o, si ya dispone de datos GLOBE de hace un año, también incluya a ellos también). ¿Existe alguna variación en la temperatura de mes a mes? Si es así, ¿Por qué cree usted que esto sucede? ¿Piensa que todos los puntos situados en la misma latitud experimentan la misma temperatura? ¿Por qué sí o por qué no? ¿Cuáles factores cree usted que inciden más en la temperatura de su zona?

Preparación Para el Trabajo de Campo

La tarea que más tiempo le llevará en esta investigación es la selección del Sitio de Estudio de la Atmósfera y la colocación del pluviómetro y la caseta para el termómetro. En la sección *Protocolos* encontrará las instrucciones completas para elegir el lugar y decidir cuál será la ubicación adecuada de los instrumentos. Las lecturas diarias de la cantidad de precipitación y la temperatura no tomarán nunca más de 10 minutos (quizás algo más si los alumnos requieren de más tiempo para estudiar los valores). La observación de nubes toma unos cinco minutos diarios, según el tipo de discusión en clase que haya en el aula acerca de la cobertura y el tipo de nubes. Se espera que las observaciones tomen más tiempo cuando los estudiantes recién estén aprendiendo el procedimiento y, obviamente, los estudiantes menores necesitarán más tiempo. Según el método que se use para tomar las mediciones del pH de la precipitación, el protocolo tomará entre 5 y 15 minutos (o más si el lápiz o el medidor de pH no se han calibrado oportunamente).

Todas las mediciones correspondientes a la ciencia atmosférica deben tomarse a diario, y lo más aproximado que se pueda de la misma hora, todos los días, pues así se garantiza la comparación de las mediciones tomadas en todo el mundo. Para GLOBE, todas las observaciones atmosféricas deben realizarse dentro de una hora a partir del medio día solar, y el pluviómetro debe vaciarse y volver a colocar en 0 el termómetro durante este período de dos horas. Mire en el casillero el



proceso de cómo calcular el medio día solar. ¿Será que esto quiere decir que únicamente aquellas clases que tengan lugar a esta hora pueden participar? ¡NO! Porque estas mediciones no requieren mucho tiempo y los estudiantes, cuyas clases empiezan antes o después, pueden ser asignados para tomar las mediciones durante su descanso para el almuerzo. La clave es la consistencia en la hora del día en que se toman las mediciones.

Un solo estudiante puede leer el pluviómetro y el termómetro. Sin embargo, sería una buena idea pedir a un pequeño grupo de alumnos que tome estas lecturas para que estos puedan controlarse unos a otros. Las lecturas pueden ser tomadas bien sea por el grupo en conjunto o bien individualmente y luego comparadas.

Si las lecturas se toman individualmente, el grupo debe recordar vaciar el pluviómetro y volver a colocar el termómetro en 0 cuando hayan terminado. Si se hacen turnos por rotación diaria o semanal en las clases, todos los estudiantes tendrán oportunidad de participar. No se

recomienda que distintos grupos realicen las distintas mediciones el mismo día, porque así se estará abriendo la puerta para la confusión al vaciar el pluviómetro, colocar en 0 el termómetro y enviar los datos. Recuerde que cuando GLOBE obtiene un segundo reporte de datos para el mismo lugar de estudio de atmósfera el mismo día, a este segundo reporte se lo considera como corrección y sustituye al primero.

Las estimaciones del tipo y cobertura de nubes son mediciones *subjetivas*, de modo que cuanto más estudiantes participen en esta tarea es mejor. Cada alumno debe tomar sus propias lecturas; luego, deben llegar a un acuerdo como grupo. No se sorprenda si sus alumnos en un principio tienen dificultad con sus cálculos. Aún los observadores de clima con más experiencia debaten sobre el tipo de nubes que ven, o sobre la cantidad exacta del cielo que está cubierta por ellas. A medida que sus alumnos se vayan familiarizando con estas observaciones, comenzarán a reconocer las diferencias sutiles que se presentan en el tipo de nubes.

Cómo Calcular el Medio Día Solar

El *medio día solar* sucede cuando el sol parece haber llegado a su punto más elevado en el cielo durante el día. Medio día solar es el término utilizado por GLOBE. Un astrónomo, por ejemplo, se referirá a la misma hora como medio día local aparente. El medio día solar por lo general no sucede a la misma hora "de reloj" y depende de la ubicación dentro de su huso horario. Sin embargo, este ocurre a mitad de recorrido entre el amanecer y el atardecer locales. Por tanto, una forma muy fácil para calcular el medio día solar local, necesitamos un periódico de un pueblo cercano que nos dé las horas del amanecer y el atardecer. Calcule el promedio de estas horas para obtener el medio día solar. En primer lugar, convierta todas las horas al sistema de 24 horas, añadiendo 12 a cualquiera de las horas que tenga y luego calcule el promedio de las horas del amanecer y el atardecer. (Sume dos veces y divida por dos). Esta será la hora solar.

Ejemplo:	1	2	3	4
Amanecer (hora am o del sistema 24 horas son la misma)	7:02 am	6:58 am	7:03 am	6:32 am
Atardecer	5:43 pm	5:46 pm	8:09 pm	5:03 pm
Atardecer (sistema 24 horas)	17:43 pm	17:46 pm	20:09 pm	17:03 pm
Amanecer + atardecer	24 hr 45 min	23 hr 104 min	27 hr 12 min	23 hr 35 min
Equivalente (para que el número de horas sea igual)	(sin cambio)	24 hr 44 min	26 hr 72 min	22 hr 95 min
Dividir para 2	12 hr 22.5 min	12 hr 22 min	13 hr 36 min	11 hr 47.5 min
Medio día solar (aproximado al min. Más cercano)	12:23 pm	12:22 pm	1:36 pm o 13:36	11:48 am

Una Vista General de las Actividades Educativas

Objetivos de Aprendizaje de los Estudiantes

En el programa GLOBE, los estudiantes pueden acrecentar su educación mediante la participación directa en investigaciones con validez científica. Para este módulo los objetivos de aprendizaje de los estudiantes son:

- Observar y medir el clima y los fenómenos relacionados con el clima, de forma precisa y objetiva.
- Diseñar y probar los instrumentos para el clima propios de los estudiantes como una forma de comprender cómo los instrumentos estándar funcionan.
- Clasificar objetos y eventos sobre la base de las similitudes, diferencias e interrelaciones.
- Resolver los problemas mediante la experimentación.
- Interpretar los datos recogidos y llegar a conclusiones razonables.
- Explorar y comprender las inseguridades inherentes a toda medición científica.
- Comunicar la información obtenida a través de las investigaciones científicas. Y,
- Desarrollar modelos a partir de los datos, patrones o relaciones.

Conceptos

Los conceptos que están cubiertos en este protocolo y en las actividades de aprendizaje de esta investigación son:

Composición de la atmósfera
Formación de nubes
Condensación
Efectos de enfriamiento y calentamiento de las nubes
Las nubes se identifican por su forma, altura y características de precipitación
La relación entre las nubes y los cambios de las nubes y el tiempo

Efectos del viento en la medición de la precipitación

Cambio de estado

Densidad de la nieve

Factores que afectan el pH de la precipitación

Temperatura

Calor

Convección

Conducción

Radiación

Transferencia de calor a través de la radiación, la conducción y la convección

La conducción y la convección son dos formas claves de transferencia de calor

Distintas sustancias como el suelo, el agua y el aire transfieren energía y calor en distintas proporciones

Capacidad de producir calor

Las sustancias se expanden y se contraen con los cambios en temperatura

Los termómetros de líquido en vidrio funcionan sobre la base de la expansión y la contracción termal

Utilización de una simulación para explorar la precisión de las observaciones

Lectura de meniscos

Evaluación de los Estudiantes

Los estudiantes deben ser evaluados utilizando métodos formativos y sumativos, que pueden ser cuantitativos o cualitativos por naturaleza. Dichos métodos deben reflejar el nivel de desarrollo de sus estudiantes. Varios instrumentos deben usarse para evaluar el crecimiento de sus alumnos en las siguientes áreas:

- Maestría en conceptos
- Uso de destrezas sobre el proceso científico
- Las actitudes hacia la ciencia, las clases de ciencia y las carreras científicas
- Destrezas más avanzadas, incluyendo la formulación de preguntas, la



identificación de causas y efectos y la predicción.

- La aplicación de conceptos y las destrezas de procesos en nuevas situaciones.

Una manera de evaluar el nivel de comprensión de los estudiantes del contenido y los procesos dentro de la Investigación de la Atmósfera, consiste en vigilar los datos diarios que los estudiantes registran y envían. ¿La temperatura máxima que se registra siempre es mayor que la mínima? ¿Se registra la temperatura actual igual a la máxima o la mínima, o entre éstas durante las últimas 24 horas?

En ambos casos, la respuesta debe ser sí. En caso contrario, debe sospechar que, o bien sus estudiantes no saben cómo leer las temperaturas máximas y mínimas en el termómetro, o que no están seguros de lo que están leyendo.

Otra forma de evaluar la comprensión de los protocolos, por los estudiantes consiste en pedirles que escojan el lugar óptimo para los instrumentos, cuando se confrontan con una variedad de situaciones. ¿Qué sucedería si su escuela estuviera en una ciudad? ¿Y qué sucedería si está en una zona de bosque denso?

Las actividades de aprendizaje de este módulo han sido diseñadas para ayudar a que los alumnos comprendan los protocolos, así como los instrumentos que van a usar para ponerlos en práctica. También le serán de gran ayuda para evaluar la comprensión de sus alumnos de los conceptos y destrezas claves. Los alumnos podrían mantener un registro de su actividad, dar informes orales a toda la clase (o quizás informar sobre el clima a toda la escuela) y escribir documentos que pudieran ser revisados por otros estudiantes.



Destrezas

Las destrezas cubiertas en los protocolos y actividades de aprendizaje de esta investigación son las siguientes:

Destrezas Científicas Ampliamente Aplicables

Observación cuidadosa

Observación sistemática durante un período de tiempo

Medición

Lectura de una escala con precisión

Recolección y registro de información

Construcción de un aparato para experimentos

Propuesta de hipótesis y predicción

Diseño de experimentos

Organización de la información en tablas

Análisis de información

Elaboración de gráficos

Co-relación de un fenómeno observado con otro

Comunicación de los resultados experimentados en forma oral y por escrito

Comunicación matemática

Trabajo efectivo en un grupo

Destrezas Especiales Asociadas con la Investigación de la Atmósfera

Cálculo de la cobertura simulada de nubes

Cálculo de la cobertura de nubes

Observación y descripción de la aparición de nubes

Estimación de la altura de las nubes

Identificación de los diez tipos de nubes más importantes

Registro y organización de los datos sobre nubes en el Cuaderno de Ciencias GLOBE

Uso de un pluviómetro

Uso de un termómetro

Uso del equipo para medir el pH.

Protocolos



Todas las mediciones citadas a continuación deben tomarse a diario dentro de una hora a partir del medio día solar local.

Protocolo del Tipo de Nubes

Los estudiantes van a determinar los tipos de nubes que existen en su cielo.

Protocolo de la Cobertura de Nubes

Los estudiantes van a determinar la cobertura de nubes en su cielo.

Protocolo de la Precipitación

Los estudiantes utilizarán un pluviómetro para determinar la precipitación líquida que cae en su Sitio de Estudio.

Protocolo de la Precipitación Sólida

Los estudiantes medirán la nieve y otras formas de precipitación sólida en su Sitio de Estudio.

Protocolo del pH de la Precipitación

Los estudiantes van a medir el pH de la lluvia y de la nieve derretida en su Sitio de Estudio.

Protocolo de la Temperatura Máxima, Mínima y Actual

Los estudiantes van a medir la temperatura del aire en su Sitio de Estudio.

Cómo Realizar la Investigación de la Atmósfera



Sitio de Estudio para la Investigación

Ubique el Sitio de Estudio de la atmósfera dentro o cerca de la escuela para que los estudiantes puedan acceder a él diariamente. Las mediciones de precipitación deben tomarse dentro de los 100 metros de las mediciones de la humedad del suelo, según se describe en la Investigación de Suelos.

Observación de Nubes

Las mediciones de la cantidad y tipos de nubes requieren el poder observar el cielo sin obstáculo alguno. El medio de un campo de deportes podría ser un lugar excelente, ya que el lugar desde donde se realicen las mediciones de nubes no tiene necesariamente que estar en el mismo lugar que el pluviómetro y los termómetros. Para escoger un buen lugar desde donde observar las nubes, simplemente camine por su escuela hasta llegar a una zona en la que pueda mirar al cielo sin obstáculos.

Si vive en una ciudad, quizás sea difícil encontrar un lugar sin obstáculos para observar el cielo. Para probar si en verdad el lugar seleccionado es adecuado, pregúntese a usted mismo qué pasaría si las partes del cielo que usted no alcanza a ver estuvieran completamente nubladas o completamente despejadas. ¿Marcaría esto alguna diferencia en el informe de su medición? Un lugar llega a ser satisfactorio cuando una pequeña porción del cielo está bloqueada, siempre y cuando esta porción no modifique las mediciones que usted envíe.

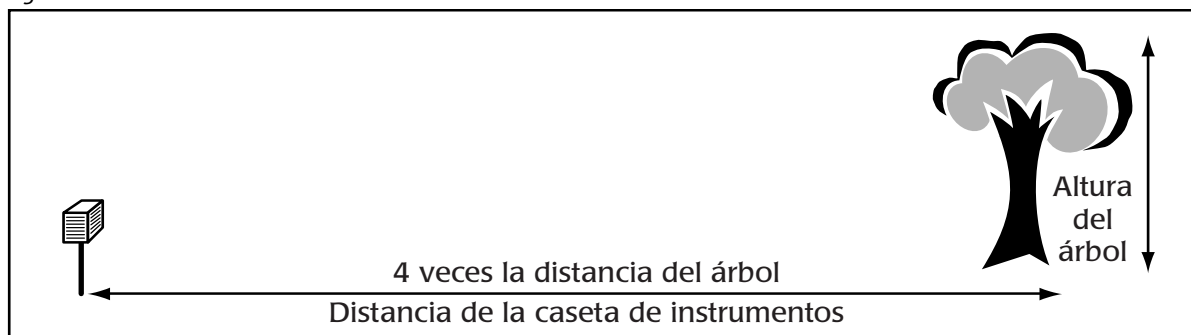
Ubicación de los Instrumentos

El lugar ideal para colocar tanto el pluviómetro (y/o medidor de nieve) y la caseta de instrumentos, donde se alojarán los termómetros, debe ser un lugar plano, abierto y con superficie natural (hierba, por ejemplo). Evite recurrir a techos de edificios o superficies asfaltadas o de cemento, ya que éstas se recalientan más que una superficie de hierba, lo cual afectará sin duda a las mediciones de temperatura. Las superficies duras pueden causar errores en las mediciones de precipitación, debido al rebote. Asimismo, deberá evitar colocar los instrumentos en laderas inclinadas o en lugares cubiertos, a menos que este tipo de terreno represente la zona de los alrededores.

No coloque el pluviómetro ni la caseta de instrumentos cerca de edificios, árboles ni arbustos grandes. Los objetos cercanos pueden bloquear el flujo del aire hacia los termómetros, lo cual afectará la cantidad de lluvia que se recoge en el pluviómetro.

Lo ideal sería colocar el pluviómetro y la caseta de instrumentos a una distancia que equivalga al cuádruple de la altura del objeto de referencia. Por ejemplo, si su lugar está rodeado de árboles o edificios de 10 metros de altura, coloque sus instrumentos al menos a 40 metros de estos árboles. Vea la figura AT-P-1. A esa distancia los árboles, arbustos o edificios pueden romper el viento, con lo que sus mediciones de la cantidad de lluvia serán más precisas.

Figura AT-P-1



Los instrumentos deben colocarse con el pluviómetro en el lado opuesto de la caseta y por encima de él, de modo que ésta no bloquee la cantidad de lluvia que se recoge en el pluviómetro.

Sin embargo, el viento es uno de los factores que más contribuye a tener errores en las mediciones del pluviómetro (el viento que sopla por encima del pluviómetro crea un efecto que hace que las gotas de lluvia caigan inclinadas hacia el pluviómetro). Donde sea posible, es mejor colocar el pluviómetro lo más bajo que se pueda para que esté cerca del suelo y así resulte más práctico para las mediciones. Esto requiere colocar el pluviómetro en un poste por separado a 3 ó 4 metros de distancia de la caseta de instrumentos para que éste no evite que la lluvia se deposite en el pluviómetro. La caseta de instrumentos debe montarse del lado del poste que esté lejos de la línea ecuatorial (es decir, hacia el lado norte en el hemisferio norte, y hacia el lado sur en el hemisferio sur).

Sus alumnos luego deben dibujar un mapa de las ubicaciones de los instrumentos. Incluya en este trazo la ubicación de edificios, árboles y arbustos cercanos utilizando las coordenadas norte-sur así como otras distancias hacia estos objetos. Debe anotar también el tipo de superficie donde se colocan los instrumentos. Si no le fue posible colocarlos lo suficientemente lejos de edificios, árboles o arbustos, según se sugiere, o si la zona que rodea a esta caseta de instrumentos no tiene superficie natural de hierba, reporte toda esta información acerca de las ubicaciones relativas de posibles obstáculos y sobre el material de la superficie al Servidor de Datos de los Estudiantes de GLOBE, como parte de la definición de su Sitio de Estudio de la Atmósfera.

Colocación del Medidor de Nieve

Coloque el medidor de nieve casi a ras de suelo, donde la profundidad de la nieve represente el promedio de la zona. En una ladera, utilice la inclinación que no esté expuesta al sol (es decir una exposición hacia el norte en el hemisferio norte, y hacia el sur en el hemisferio sur). El lugar debe estar lejos de edificios, árboles u otros obstáculos que puedan afectar las corrientes de viento o hacer que la nieve se derrita.

Determinación de la Ubicación

Cuando haya elegido el lugar para los instrumentos, determine sus coordenadas con el receptor de GPS y envíe sus resultados al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE.

Puede ser que no exista un sitio que responda a una ubicación ideal para los instrumentos atmosféricos en las instalaciones de su escuela; pero si este es el caso, haga todo esfuerzo posible y envíe los detalles que se desvían de las especificaciones citadas como ideales (por ejemplo, únicamente a 20 metros de árboles de 30 metros de altura; la caseta de instrumentos está colocada sobre el asfalto).

Nota: Algunas escuelas quizás prefieran utilizar instrumentos automatizados para medir la temperatura. La información acerca de los instrumentos que se utilizan debe enviarse al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE, ya que parte de la definición del Sitio de Estudio de la Atmósfera con instrumentos automáticos requiere de calibración periódica. Si su escuela utiliza un instrumento automático, debe revisar su precisión cada mes, comparándolo con las lecturas obtenidas de un instrumento que sí cumpla con las especificaciones de GLOBE y que esté situado lo más cerca posible de los sensores de su sistema automático.

Protocolo del Tipo de Nubes



Propósito

Observar el tipo de nubes desde el Sitio de Estudio de la Atmósfera de la Escuela.

Visión General

Conocer el tipo de nubes resulta muy útil en los estudios sobre el clima y tiene relación con la precipitación y la temperatura del aire

Tiempo

5 minutos

Nivel

Todos

Frecuencia

A diario, en el lapso de una hora dentro del mediodía solar

Conceptos Claves

Formación de nubes
Composición de la atmósfera
Efecto de enfriamiento/calentamiento de las nubes

Destrezas

Identificación del tipo de nubes
Registro de datos
Observación cuidadosa

Materiales y Herramientas

Hoja de Trabajo de Datos de Investigación de la Atmósfera
Carta de Nubes de GLOBE
Observación de los tipos de nubes (en el apéndice)

Prerequisitos

Ninguno

Cómo Observar el Tipo de Nubes

Desde su sitio de observación el tipo de nubes, examine las nubes del cielo. Consulte la Carta de Nubes de GLOBE y las definiciones que encontrará en «*Cómo observar los tipos de nubes*» del Apéndice, para determinar el tipo o los tipos de nubes presentes. Marque con una señal en los cuadros de la Hoja de Recolección de Datos de la Atmósfera por cada tipo de nubes que observe. No estime la cantidad de cada tipo de nube.

Nota: En algunos momentos, podría ser difícil distinguir los diferentes tipos de nubes. (Ejemplo

altocúmulos versus cirrocúmulos). En estos casos, los estudiantes deben hacer su mejor juicio y anotar si ellos están dudosos en la sección de comentarios, en sus Cuadernos de Ciencias de GLOBE.

Envío de Datos

Reporte lo siguiente al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE:

Fecha y hora de la observación del tipo de nubes en Hora Universal (UT).
Tipo(s) de nubes observado(s) puede reportar más de un tipo de nube

Hora Universal

Una de las maneras más sencillas de pensar en la hora universal (UT) consiste en preguntar «¿Qué hora (en un reloj que marque las 24 horas) es en este momento en Greenwich, Inglaterra?» Puesto que Greenwich es la línea cero de longitud, constituye un punto de partida para el día global. A medianoche en Greenwich, la UT es 0:00. En la historia más reciente, la UT se ha denominado GMT por Greenwich Mean Time (Hora Promedio en Greenwich).

Protocolo de la Cobertura de Nubes



Propósito

Observar la cobertura de nubes desde el Sitio de Estudio de la Atmósfera de la escuela.

Visión General

Conocer la cobertura de nubes resulta muy útil en los estudios sobre el clima y tiene relación con la precipitación y la temperatura del aire.

Tiempo

5 minutos

Nivel

Todos

Frecuencia

A diario, dentro de una hora del mediodía solar

Conceptos Claves

Formación de nubes

Composición de la atmósfera

Efecto de enfriamiento/calentamiento de nubes

Destrezas

Cálculo de la cobertura de nubes

Registro de los datos

Observación cuidadosa

Materiales y Herramientas

Hoja de Trabajo de Datos de

Investigación de la Atmósfera

Prerequisitos

Ninguno

Cómo Observar la Cobertura de Nubes

Tome las mediciones de la cobertura de nubes desde el mismo Sitio y hora desde donde mide los tipos de nubes. La cobertura deberá ser reportada de acuerdo a las siguientes definiciones de clasificación de la cobertura de nubes:

Despejado

El cielo está despejado o las nubes cubren menos de una décima parte del cielo. (Puesto que un cielo despejado puede tener algunas nubes, es posible reportar el tipo de nubes aún cuando tenga un cielo claro).

Nubes Dispersas

Las nubes cubren entre una décima y cinco décimas partes del cielo.

Nubes Fragmentadas

Las nubes cubren entre cinco décimas partes y nueve décimas partes del cielo.

Cubierto

Hay nubes en más de las nueve décimas partes del cielo.

Nota: Aun los observadores más experimentados

pueden encontrar dificultad al diferenciar con precisión un cielo con nubes dispersas y rotas. Si observa más cielo azul que nubes, entonces se considera que la cobertura es dispersa. Si observa más nubes que cielo azul, la cobertura es de nubes fragmentadas.

Envío de Datos

Anote en la Hoja de Trabajo de Datos de Investigación de la Atmósfera una de las cuatro categorías de cobertura de nubes al día, y envíe los resultados al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE.



Protocolo de la Precipitación



Propósito

Medir la caída de lluvia en el Sitio de Estudio de la Atmósfera de la escuela.

Visión General

Los estudios sobre el clima y los sistemas terrestres requieren de mediciones precisas y de largo plazo de las lluvias.

Tiempo

5 minutos

Nivel

Todos

Frecuencia

A diario, dentro de una hora del mediodía solar

Conceptos Claves

Condensación

Efectos del viento sobre las mediciones de la precipitación

Lectura de meniscos

Destrezas

Utilización de un pluviómetro

Registro de datos

Lectura de una escala

Materiales y Herramientas

Pluviómetro

Hojas de Trabajo de Datos de Investigación de la Atmósfera

Lápices y plumas

Nivel de carpintero

Poste de madera (aproximadamente de 10 cm x 10 cm)

Destornillador

Excavador de hoyos para postes

Preparación

Colocación del pluviómetro

Prerequisitos

Ninguno

Antecedentes

La *precipitación* se define como la profundidad de agua que atraviesa una superficie horizontal durante un período determinado de tiempo. Se puede calcular la cantidad de lluvia leyendo el valor en milímetros sobre la escala de mediciones que corresponde al nivel del agua. Note que se trata de una escala expandida (por ejemplo, si sostiene una regla hacia la parte superior de la escala sobre el centro del tubo, la distancia entre las marcas del centro del tubo no serán las mismas que las de la regla). Esto se debe a que el área de recolección del embudo del pluviómetro es 10 veces el área de la sección cruzada del centro del tubo. Esto requiere que las marcas en el tubo interior aparezcan como mayores, de modo que la cantidad de lluvia se pueda leer directamente desde las marcas.

Cómo Colocar el Pluviómetro

Los estudiantes utilizarán un pluviómetro estándar que se compone de cuatro partes. Ver la

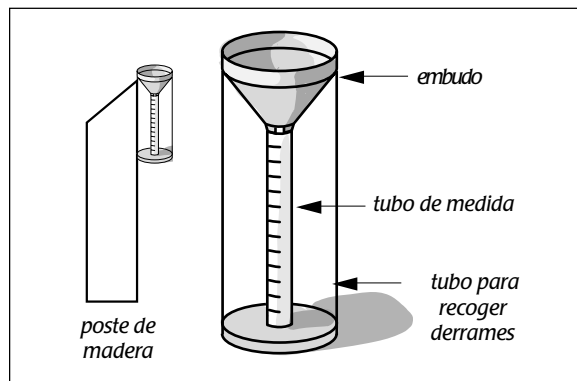
figura AT-P-2.

1. El embudo, que va sujeto al tubo de medidas;
2. El tubo de medida, que es un pequeño tubo cilíndrico con un diámetro uniforme y una escala graduada situada en el lateral del tubo;
3. El tubo para recoger los derrames, que es un tubo cilíndrico grande, diseñado para recoger cualquier derramamiento de lluvia en los períodos de más precipitación; y
4. Un soporte.

Inserte el tubo de medidas dentro del tubo para recoger los derrames y luego el embudo dentro de estos dos.

Asegure el soporte a un poste de madera, que tiene un ancho aproximadamente similar al pluviómetro. Ajuste el soporte de modo que la parte superior del pluviómetro se extienda diez centímetros más arriba

Figura AT-P-2



de la parte superior del poste.

Si es posible, corte la punta del poste en un ángulo de 45 ° para disminuir la probabilidad de que la lluvia salpique al pluviómetro.

El pluviómetro armado y colocado debe estar nivelado. Revíselo colocando un nivel de carpintero a lo largo de la parte superior del embudo en dos direcciones, la una cruzando a la otra en ángulos rectos.

Cómo Medir la Precipitación

1. Una vez que haya colocado correctamente el pluviómetro, debe leerlo a diario dentro del lapso de una hora del mediodía solar.
2. Cuando los estudiantes lean la escala de mediciones, asegúrese de que sus ojos estén al mismo nivel del agua del tubo de medida y de que lean la base del menisco.
3. Después de cada medición, debe vaciar el agua desde el tubo de medida a un vaso de precipitación limpio o una jarra para la medición de pH de la precipitación. Entonces, debe volver a armar y a colocar el pluviómetro. Registre en la Hoja de Trabajo de Investigación de la Atmósfera, la fecha en la que se realizó la medición, la hora UT en la que ésta se realizó, la profundidad de la cantidad de lluvia en milímetros y el número de días que el agua se ha acumulado.

Durante los períodos de bastante lluvia, el agua podría exceder la capacidad del tubo de medida y derramarse al interior del tubo exterior. En este caso, el nivel del tubo de medida debe anotarse y el tubo vaciarse. Luego, el agua del tubo exterior debe medirse vertiéndola en el tubo de medida y registrando el nivel correspondiente del agua. Habrá ocasiones en que se requiera repetir esta acción varias veces hasta vaciar el tubo de derrames (externo). Las profundidades resultantes deben

sumarse luego, para determinar la profundidad total.

Incluso aunque no llueva, los estudiantes deben revisar el pluviómetro a diario, para asegurarse de que no contiene desechos (por ejemplo: hojarasca, papeles, palos, etc.). Limpie el pluviómetro después de cada lectura y lávelo con agua destilada.

Lleve los pluviómetros al interior cuando la temperatura caiga por debajo de los niveles de congelamiento, para evitar que los recipientes plásticos se cuarteen. El tubo más ancho del pluviómetro puede ser dejado afuera durante períodos en que la temperatura diaria está alrededor de los 0°C y es posible tener tanta lluvia como nieve.

Envío de Datos

Reporte la siguiente información al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE:

Fecha y hora de la recopilación de datos (en Hora Universal).

Cantidad diaria de lluvia (en milímetros)

Número de días que se ha acumulado la lluvia

En aquellos días en que no llueva, coloque un cero en la columna de *agua lluvia del pluviómetro*. Cuando se derrame por accidente la cantidad de agua del pluviómetro, o se pierda por alguna razón, marque con una «M» (*missing* - falta) la cantidad de lluvia diaria. Es importante que se registre el valor con la M, antes que con un cero. (Es un error muy común sustituir cero por valores faltantes. Esto producirá análisis erróneos).

Aquellos días en los que haya lluvia, pero la cantidad sea menor que 0,5 mm, marque con la letra «T» (*trace* - traza) por la cantidad de lluvia diaria. Esto nos dirá que ha caído una cantidad muy pequeña de lluvia. En algunas investigaciones lo importante es saber solo si ha llovido, mas no la cantidad.

Es de gran importancia tomar las lecturas diarias de la cantidad de lluvia. En este caso, reporte 1 por el número de días de lluvia que se ha acumulado. Si no es posible tomar las mediciones por varios días, usted debe reportar el número de días desde que el pluviómetro no ha sido vaciado. Usted debe reportar el número de días aunque la lectura del pluviómetro sea cero. Por ejemplo, si usted vació el pluviómetro el viernes y no realizó una medición un sábado y un domingo, pero sí lo hizo el lunes, tendrá que ingresar 3 días el lunes, junto con la lectura real.



Protocolo de la Precipitación Sólida



Propósito

Medir la precipitación sólida en el Sitio de Estudio de la Atmósfera

Visión General

Los estudios sobre el clima y los Sistemas Terrestres requieren de mediciones precisas y de largo plazo sobre las precipitaciones sólidas.

Tiempo

5 minutos

Nivel

Todos

Frecuencia

A diario, en el lapso de una hora dentro del mediodía solar

Conceptos Claves

Cambio de estado
Capacidad de calentamiento
Densidad de la nieve

Destrezas

Lectura de una escala
Registro de datos

Materiales y Herramientas

Un metro de madera (Si la nieve de su región tiende a alcanzar más profundidad que un metro, requerirá una vara de mayor longitud).
Recolector de nieve

Prerequisitos

Ninguno

Antecedentes

Un recolector de nieve es una superficie plana y delgada que se coloca sobre las primeras capas de nieve. En él se recoge nieve nueva que se puede medir con la vara para mediciones. La tabla puede ser de aglomerado delgado (1 cm ó 3/8”). Su tamaño debe ser al menos de 40 cm x 40 cm, de modo que sea posible realizar más de una medición de la profundidad de la nieve. Marque la ubicación del recolector de nieve para que pueda encontrarlo fácilmente cuando quede cubierto después de una nevada.

En la mayoría de los casos será adecuado utilizar una vara de un metro como “palo de medición”. Sin embargo, en regiones donde cae la nieve por 24 horas, o donde la acumulación de nieve en el invierno excede 1 metro de profundidad, se necesitará un palo de medición más largo. En estos casos, se puede construir un palo de medición tomando una pieza recta de madera y se trazan marcas, con mucho cuidado, usando una regla y un marcador permanente. El palo puede estar permanentemente instalado, ya que es muy difícil

empujar verticalmente el palo a través de más de un metro de nieve.

Cómo Medir la Precipitación Sólida

1. En su primera nevada, inserte la vara de medición en posición vertical dentro de la nieve hasta que toque la superficie del suelo. *Tenga cuidado de no confundir una capa de hielo o de nieve congelada con el suelo.* Repita la medición en varios lugares, donde la nieve está menos afectada por goteo. Si no hay nieve nueva, registre 0. Si la profundidad medida está entre 0 y 0,5 milímetros, registre la letra «T» (traza).
2. Coloque el recolector de nieve encima de ésta y empújelo suavemente dentro de la nieve para que su superficie quede pareja con el nivel de nieve. Coloque una banderilla o cualquier otra marca cerca del sitio para poder encontrar el recolector después de la siguiente nevada.
3. Cuando haya caído nieve nueva encima de la anterior, inserte suavemente la vara de medición dentro de la nieve hasta tocar el

recolector. Realice varias mediciones en sitios distintos del mismo y calcule un promedio. La cifra resultante será su profundidad de nieve nueva en el recolector.

4. Mida el total de la profundidad de la nieve sobre el suelo a la misma hora, diariamente. El procedimiento es similar al de la medición de la primera nevada: inserte la vara de medición verticalmente dentro de la nieve en varios puntos (excepto en la zona del recolector de nieve) y tome el promedio de las lecturas de profundidad.

La Determinación del Contenido Líquido de la Precipitación Sólida Diaria

No todas las nevadas son similares. Algunas son ligeras y esponjosas y otras son mojadas y pesadas. El líquido diario equivalente a la precipitación sólida se puede determinar derritiendo una muestra de nieve y midiendo el volumen del agua.

Para realizar esta medición, se necesita de un contenedor. Cuando en el exterior las temperaturas están por debajo del nivel de congelamiento, los pluviómetros plásticos que se utilizan para las mediciones de precipitación líquida pueden romperse, de modo que deben ser trasladados hacia el interior. Sin embargo, el cilindro grande (exterior), que forma parte del pluviómetro, constituye un contenedor ideal para recoger nieve, con el fin de calcular su contenido de agua líquida.

1. Cuando haya medido la profundidad de la nevada diaria en el recolector de nieve, tome el cilindro grande del pluviómetro e inviértalo sobre el recolector de nieve, empujándolo hacia abajo con cuidado hasta que toque la superficie del recolector. Si la profundidad de la nieve es mayor que la profundidad del cilindro grande del pluviómetro, usted debe compactar la nieve en el cilindro. Tenga cuidado de no empujar la nieve fuera del cilindro. Si la nieve es muy profunda, usted no podrá compactar la nieve del cilindro como una única muestra. Según el tamaño del recolector y la profundidad

de la nieve, existen al menos dos maneras de lograr introducir ese círculo de nieve en el cilindro.

Método A

Si su recolector de nieve no es ni muy grande ni muy pesado, sostenga el cilindro contra la tabla e invierta a la vez los dos. Esto hará que la nieve que se encuentra fuera del cilindro caiga, así que asegúrese de haber realizado las mediciones de profundidad primero. Ahora ya puede llevarse al interior la nieve que queda dentro del cilindro.

Método B

Si su recolector de nieve es demasiado grande o pesado como para virarlo, o si la columna de nieve, ya compactada, no entra en el cilindro, debe colocar la nieve dentro del cilindro o de otro contenedor con la mano. Eleve con cuidado el cilindro hacia afuera de la tabla, y así tendrá un círculo perfecto de nieve. Ahora coloque con cuidado la nieve de este círculo dentro del cilindro.

2. Una vez que la nieve haya sido colocada dentro del cilindro, llévela al interior de la escuela y deje que se derrita. Tape el cilindro para evitar la evaporación.
3. Cuando la nieve se haya derretido, vierta con cuidado el agua en el tubo de medida del pluviómetro y lea la profundidad del agua, de la misma manera como lo hace con la lluvia.

Es posible que la nieve se derrita durante la noche antes de que se realice la medición diaria de precipitación sólida. Si usted ha dejado su cilindro del pluviómetro afuera, aún puede reportar los datos de agua líquida equivalente a la precipitación de nieve. Ingrese "M" para profundidad Diaria de nieve nueva y 0,0 mm para profundidad Total de nieve sobre el suelo. En casos como éste, usted puede ingresar un mensaje en el espacio para comentarios diciendo que la nieve se cayó y se derritió o que fue llevada por el viento. Si usted ha medido la profundidad de la nieve antes de que se haya derretido, esto también puede ser reportado en la sección para comentarios, junto con la hora en la que usted realizó la medición. Recuerde que las mediciones que se reportan en la sección regular de la hoja de ingreso de datos son aquellas que se toman dentro de la hora del medio día solar.



Preparación para la Siguiente Medición

Al terminar la observación de la nieve, limpie el recolector de nieve y vuélvalo a colocar al nivel de la superficie de la nieve.

Envío de Datos

Envíe la siguiente información al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE:

Fecha y hora de la recolección de información (en Hora Universal)

Profundidad total de la nieve sobre el suelo (mm)

Profundidad diaria de la nieve nueva (mm)

Número de días que la nieve se ha acumulado en el recolector

La profundidad del agua procedente de la nieve derretida (mm).

Nota: Si ha nevado pero, por alguna razón, no ha sido posible realizar las mediciones (por ejemplo, el recolector se ha movido o alguien lo limpió accidentalmente antes de realizar las mediciones), marque con una «M» (missing - falta). El total de la profundidad de la nieve aún se puede reportar.

Aquellos días en los que haya nevado pero no se haya podido leer la profundidad, marque con la letra «T» (“trace” - traza) en la cantidad de nieve diaria.

Es de gran importancia tomar las lecturas diarias de la cantidad de nieve, pero si no es posible hacerlo, es decir, si no se ha medido la nevada en varios días (por ejemplo, el fin de semana), ingrese el número de días transcurridos desde la última vez que se limpió el recolector junto con la cantidad de nieve. Esto indica que la cantidad medida se recogió durante un periodo mayor a 24 horas. Por ejemplo, si no realizó una medición un sábado y un domingo, pero sí lo hizo el lunes, tendrá que ingresar 3 días para el lunes, junto con la lectura actual.



Protocolo del pH de la Precipitación



Propósito

Medir el pH de la lluvia y la nieve

Visión General

El pH de la precipitación afecta a la región sobre la que cae. La *lluvia ácida* puede afectar a la vegetación, los edificios, las estatuas y puede cambiar el pH del agua en cuerpos acuáticos o en el suelo.

Tiempo

- 5 minutos para las mediciones
- 5 minutos para calibrar el lápiz o el medidor de pH

Nivel

Todos

Frecuencia

Para el agua lluvia: cuando se haya acumulado al menos 2 mm de agua de lluvia en su pluviómetro.

Para la nieve: cuando haya caído nieve suficiente como para recoger aquella que no ha estado en contacto DIRECTO con el suelo ni con el recolector de nieve, y cuando esta nieve, al derretirse, produce al menos 20 ml de líquido.

Conceptos Claves

Los factores que afectan el pH de la precipitación

Destrezas

- Utilización del equipo para las mediciones del pH
- Registro de información

Materiales y Herramientas

- Equipo para medir el pH (cinta indicadora del pH para principiantes; lápiz de pH para los intermedios; medidor de pH para los avanzados, más el material de calibración que sea necesario)
- Pluviómetro
- Recolector de nieve
- Tubo de precipitación de 1 00 ml

Preparación

Lea y familiarícese con el *Protocolo de Investigación del pH de Hidrología*. Si sus estudiantes están en un nivel intermedio o avanzado, asegúrese de que tanto el lápiz como el medidor de pH hayan sido acondicionados y calibrados de acuerdo a las instrucciones del protocolo.

Prerequisitos

Ninguno. Sin embargo, el equipo que se utiliza en este protocolo es el mismo que el de *Investigación de pH de Hidrología* y no es necesario que se mida el pH del sitio de toma de muestras de agua para poder realizar las mediciones del pH de la precipitación.

Estudiantes Principiantes: Cinta Indicadora del pH

Lo más rápido y más fácil es llevar un vaso de precipitación vacío y una cinta del pH al Sitio de Estudio del pluviómetro para realizar las mediciones inmediatamente después de leer y registrar la cantidad de lluvia caída.

1. Utilice un vaso de precipitación de 1 00 ml que esté limpio y seco.
2. Luego de leer y registrar la cantidad de lluvia en el medidor, si hay al menos 2

mm de agua acumulada, viértala en el vaso de precipitación. Si ha habido una gran cantidad de lluvia será suficiente con que llene el recipiente hasta la mitad con el agua de lluvia.

3. Sumerja una tira de la cinta de medición del pH en el agua de lluvia y manténgalo así por 20 segundos. Asegúrese de que todos los segmentos coloreados estén sumergidos en el agua de lluvia.



4. Retire la cinta del agua y compare los segmentos del color resultante con el cuadro que encontrará en la caja del indicador de pH. Intente encontrar una secuencia en la que todos los segmentos de color del papel concuerden con los de una de las tiras de la caja.
5. Si la lectura no es clara, puede ser que la cinta requiera de más tiempo para reaccionar bien. Entonces, sumérjalo nuevamente en el agua lluvia del vaso de precipitación por otros 20 segundos, y luego repita los pasos 4 y 5 hasta que la precisión de la lectura le satisfaga. Si al cabo de dos minutos, la lectura sigue sin aclararse, empiece desde el principio con una nueva tira de cinta. Si la prueba falla por segunda vez, indique este hecho en su Hoja de Registro de Datos de Investigación de la Atmósfera.
6. Si ha quedado satisfecho y ha obtenido una buena lectura del pH, registre el valor obtenido en la Hoja de Trabajo de Datos de Investigación de la Atmósfera.
7. Si ha recogido suficiente agua de lluvia, repita los pasos 2 al 5 del procedimiento para tener un control de calidad.
8. Informe el valor medido de pH al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE.
9. Sin importar si ha llovido o no, debe limpiar su pluviómetro a conciencia con agua destilada y secarlo bien al menos una vez a la semana. Cualquier material extraño que se encuentre en el medidor puede afectar la lectura del pH. ¡NO UTILICE JABÓN NI DETERGENTES PARA LIMPIARLO, PUESTO QUE LOS RESIDUOS TAMBIÉN AFECTARÁN LA LECTURA DEL pH!

Nivel Intermedio / Avanzado: Lápiz de pH / Medidor de pH

Paso 1: Cómo acondicionar y calibrar el lápiz o el medidor de pH

Siga las instrucciones del *Protocolo de pH para la Investigación de Hidrología* para poder acondicionar y calibrar sus instrumentos.

Paso 2: Medición del pH del agua lluvia recolectada

Lleve su lápiz o medidor de pH correctamente calibrado y un vaso de precipitación limpio al lugar donde se encuentre el pluviómetro y proceda a medir el pH inmediatamente después de haber terminado de medir la cantidad de agua de lluvia.

1. Antes de dejar el aula, destape el lápiz o el medidor de pH y enjuague con agua destilada el electrodo y toda la zona que lo rodea. Séquelo con una toalla de papel suave.
2. Tome un vaso de precipitación limpio, seco y con capacidad de 100 ml o más y, junto con el lápiz o el medidor de pH, llévalo al lugar donde se encuentra el pluviómetro.
3. Una vez allí, lea y registre la cantidad de agua lluvia.
4. Si existen al menos 2 mm de agua lluvia en el medidor, viértala en el vaso de precipitación. Si la cantidad de agua lluvia ha sido mayor, será suficiente si llena el vaso de precipitación hasta la mitad.
5. Sumerja el electrodo del lápiz o medidor de pH en el agua y asegúrese de que se ha sumergido por completo, pero no más de lo necesario. Si no cuenta con suficiente agua lluvia para sumergir el electrodo por completo, no tome la lectura del pH.
6. Remueva el agua lluvia con el lápiz o el medidor del pH por una sola vez y luego deje que el valor en la pantalla se estabilice.
7. Una vez que el valor esté estable, lea el valor del pH y registrelo en la Hoja de Trabajo de Investigación de la Atmósfera.
8. Si tiene suficiente agua de lluvia aún en el medidor, repita los pasos 4-7 para realizar una prueba del control de calidad. Los dos valores del pH deberán concordar con una diferencia de 0,2 (que es el nivel de precisión de esta prueba). Si no coinciden, realice una tercera medición con una nueva

muestra de agua de lluvia (en caso de que aún cuente con suficiente agua en el pluviómetro). Si no tiene bastante agua como para una tercera medición, no envíe el valor del pH de la Precipitación al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE y revise nuevamente la calibración del lápiz o el medidor de pH antes de realizar otra medición.

9. Si el agua que tiene le permite realizar sólo una medición, informe este valor del pH al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE.
10. Si tiene suficiente agua de lluvia como para dos mediciones separadas, y éstas coinciden con un margen de 0,2, informe el promedio de ambas mediciones al Servidor de Datos GLOBE.
11. Si ha recogido suficiente agua de lluvia como para realizar tres o más mediciones de pH, calcule el promedio de los valores obtenidos. Si todos los valores registrados están dentro de un promedio de 0,2 reporte el valor al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE. Si solo hay un valor aislado (es decir, uno que es totalmente diferente del resto), deseche este valor y calcule el promedio de los demás. Si ahora estos valores están dentro del 0,2 de promedio, envíe este valor al Servidor de Datos, especificando que se realizaron tres o más mediciones (aún cuando las tres mediciones no se ha incluido en el valor promedio de pH que ha sido reportado). Si existe una diferencia pronunciada entre las lecturas de pH, no envíe el valor al servidor y revise la calibración del instrumento. Analice el procedimiento y las posibles causas del error.
12. Enjuague el lápiz o el medidor del pH con agua destilada y séquelo con un pañuelo de papel. Vuelva a tapar la sonda y apague el instrumento.
13. No importa si ha llovido o no, el pluviómetro siempre debe limpiarlo con agua destilada y secarlo completamente al menos una vez por semana. Cualquier elemento extraño que esté presente en el medidor afectará la lectura del pH. ¡NO UTILICE JABÓN NI DETERGENTES PUESTO QUE LOS RESIDUOS PUEDEN AFECTAR LA LECTURA DE pH!

Recolección de Nieve para Realizar las Mediciones del pH

Aunque lo que vaya a medir sea la profundidad y su equivalente en agua líquida, es preciso actuar con mayor precaución al recoger nieve para realizar las mediciones del pH. El recolector de lluvia que utiliza para medir la profundidad de la nieve (remítase al *Protocolo de Precipitación Sólida*), puede ser que esté colocado un poco antes de que caiga nieve en él y material, tales como hojas o tierra, pueden acumularse sobre él. Cuando tome un pedazo de nieve del centro del bloque de nieve que ha caído sobre el recolector, para determinar su equivalente en agua líquida, la nieve del fondo (la que está en contacto directo con la tabla) puede sufrir alguna reacción con el material acumulado en la tabla (o con la tabla misma). Lo que en realidad deseamos medir es el pH de la nieve. Por esta razón, si va a realizar esta medición será preciso tomar una segunda muestra de nieve, además de la que ya recogió, para calcular su equivalente en agua líquida.

Para la muestra de nieve para el pH, también debe recoger un pedazo de nieve del centro del bloque sobre el recolector de nieve. No obstante, no es necesario que vaya hasta el fondo de la tabla, si lo puede evitar. La razón por la que debe tomar del centro en lugar de tomar simplemente de la parte superior es porque el pH de la nieve puede variar cuanto mayor sea la cantidad caída de ésta. Lo que deseamos averiguar es el promedio del pH de la nevada, así que es preciso tomar del centro de la nieve recogida, pero sin llegar hasta el fondo del recolector. Con el fin de poder obtener suficiente nieve como para producir al menos 20 ml de agua cuando la nieve se haya derretido, se deben recoger varios pedazos centrales de nieve de varios puntos del recolector.

Se puede utilizar cualquier recipiente que esté vacío, seco y que sea profundo (de cristal o de plástico) para recoger la nieve y medir el pH. Una vez que la haya recogido, lleve el recipiente al interior y cúbralo. Deje que la nieve se derrita a la temperatura ambiente.

Una vez que se haya derretido la nieve, se procede a realizar las mediciones del pH, siguiendo el procedimiento que se describe en las secciones ya mencionadas, usando nieve derretida en lugar de agua de lluvia y realizando la medición en el aula en vez de hacerlo en el Sitio de Estudio de la Atmósfera.



Protocolo de la Temperatura Máxima, Mínima y Actual



Propósito

Medir la temperatura del aire en el Sitio de Estudio de la Atmósfera.

Visión General

Los estudios sobre el clima y de los sistemas terrestres precisan de mediciones exactas y a largo plazo de la temperatura del aire.

Tiempo

5 minutos

Nivel

Todos

Frecuencia

A diario, en el lapso de una hora dentro del mediodía solar

Conceptos Claves

Calor
Temperatura
Convección
Conducción
Radiación

Destrezas

Utilización de un termómetro
Registro de datos
Lectura de una escala

Materiales y Herramientas

Un termómetro de máximas y mínimas
Un caseta de protección de instrumentos
Un segundo termómetro de alcohol para calibrar al termómetro de máximas y mínimas
Las hojas de Trabajo de Datos de Investigación de la Atmósfera

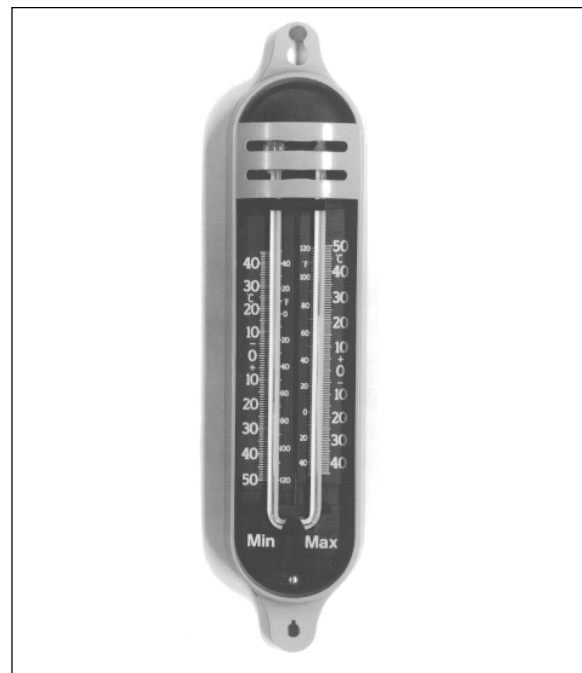
Prerequisitos

Ninguno

Antecedentes

El termómetro de máximas y mínimas es un tubo en forma de U con dos indicadores, que señalan las temperaturas máximas y mínimas. Ver la Figura AT-P-3. En el lado correspondiente al valor máximo, la escala de temperatura es de tal naturaleza que ésta aumenta a medida que va de la base a la parte superior (como sucede con los termómetros domésticos). En el lado correspondiente a la temperatura mínima, la escala muestra la temperatura descendiendo a medida que se recorre desde la base hacia la parte superior. Por lo tanto, a medida que la temperatura aumenta, el indicador situado en la parte superior de la columna de mercurio del lado del valor máximo, será empujado hacia arriba. Cuando la temperatura cae, el indicador se mantiene en el mismo lugar para indicar la temperatura máxima. De igual modo, a medida que la temperatura desciende, el indicador que está encima de la columna de mercurio en el lado del valor mínimo, será empujada hacia arriba. Cuando la temperatura se incrementa nuevamente, este indicador se queda en el mismo lugar para indicar la temperatura mínima.

Figura AT-P-3: Termómetro de máximas y mínimas



Nota: El mercurio empuja la parte baja del indicador hasta que alcanza la temperatura máxima o mínima.

En consecuencia, los estudiantes deben leer estas temperaturas en la parte baja de los indicadores.

Si su termómetro tiene la escala Fahrenheit, cúbrala con pintura para que sus estudiantes no vayan a leer en ella por equivocación. Note que el termómetro que presentamos en la figura AT-P-3, tiene una escala Fahrenheit que debería ir pintada de negro.

Antes de utilizar su termómetro de máximas y mínimas, asegúrese de que la columna del mercurio esté continua, puesto que a veces se separa en segmentos durante el transporte. Si hay vacíos en la columna de mercurio, agarre al termómetro por la caja, asegurándose de que no lo está sujetando al revés, y agítelo hasta que el mercurio forme una columna continua. No presione contra el tubo del termómetro puesto que podría romperlo. Usted podría necesitar golpear suavemente la parte baja del termómetro contra la palma de su mano.

Calibración

Su termómetro de máximas y mínimas debe ser calibrado al instalarlo y cada seis meses después de haberlo instalado. (Es posible que se requiera de calibraciones más frecuentes, si descubre que la lectura de la temperatura actual no es igual en ambas escalas o, si en algún punto, la columna de mercurio aparece discontinua y necesita ser reparada. Ver arriba).

Para calibrar este termómetro debe compararlo con un termómetro de calibración. Este será un típico termómetro de un sólo tubo y lleno de líquido, que puede registrar temperaturas tan bajas como -5°C . El termómetro de calibración puede someterse a una prueba de exactitud colocándolo en un recipiente con agua helada.

1. Prepare una mezcla de una parte de agua líquida con una parte de hielo picado.
2. Deje que el baño de agua helada repose por unos 10 a 15 minutos hasta que alcance su temperatura más baja.
3. El bulbo de su termómetro de calibración debe ser colocado en el recipiente. Desplace suavemente el termómetro por el

recipiente, con agua helada, para que se enfríe por completo. El termómetro debe arrojar una lectura entre $0,0$ y $0,5^{\circ}\text{C}$. Si no lo hace, utilice otro termómetro.

4. Cuando ya sienta que puede confiar en la precisión de su termómetro de calibración, cuélguelo en un gancho dentro de la caseta protectora de instrumentos (vea las instrucciones a continuación para colocar el termómetro de máximas y mínimas).
5. Cuando hayan transcurrido 24 horas, compare las temperaturas de ambos termómetros. Si son distintas, el termómetro de máximas y mínimas debe ser recalibrado de acuerdo a la temperatura del termómetro de calibración. Ajuste las escalas de temperatura, de ambos lados del termómetro, soltando un poco el tornillo pequeño, ubicado en la parte posterior del termómetro. Cuando lo haya hecho, las escalas pueden deslizarse hacia arriba o hacia abajo independientemente.

Colocación del Termómetro de Máximas y Mínimas

Coloque el termómetro de máximas/mínimas dentro de la caseta protectora de instrumentos, el aire fluirá alrededor de toda la caja del termómetro. Este deberá estar pegado a los bloques de la pared trasera de la caseta, para que ninguna de sus partes toque las paredes, el suelo o el tumbado de la caseta protectora. El termómetro debe estar ubicado a 1,5 metros por encima del suelo ó a 0,6 metros por encima del promedio de profundidad de nieve, la que sea más alta. La caseta protege al termómetro de la radiación del sol, del cielo, del suelo y de los objetos de su alrededor. Al mismo tiempo permite que el aire fluya a través de éste para que la temperatura en el interior sea la misma que en el exterior de la caseta de protección.

La caseta protectora de instrumentos debe montarse sobre un poste que esté fijo en el suelo lo más firmemente posible, de modo que no vibre por los vientos fuertes. Dichas vibraciones pueden mover los indicadores del termómetro de máximas y mínimas y, por tanto, producir lecturas erróneas. La puerta de la caseta deberá estar en dirección norte en el hemisferio norte y hacia el sur en el hemisferio sur, para reducir la exposición del



termómetro a la luz directa del sol cuando la puerta esté abierta, durante las mediciones diarias.

La caseta protectora de los instrumentos debe cumplir con las especificaciones anotadas en la *Lista de Instrumentos GLOBE* de la sección de “*Juego de Herramientas*” de esta Guía. Se lo puede construir siguiendo el plan de esa caja. Debe ir pintado de color blanco, tanto en el interior como en el exterior. El seguro es para evitar el mal manipuleo de los instrumentos. En su interior se deben colocar bloques de montaje para garantizar que el termómetro de máximas y mínimas no toque la pared trasera. La puerta tiene las bisagras en el lado derecho (esto no se muestra en el diagrama). Las partes deben ir unidas con tornillos. Los planos se especifican en unidades métricas. Consulte a la sección sobre “Caja de Herramientas” si desea información detallada sobre los planes de construcción de esta caseta protectora).

Cuando la caseta protectora esté en uso, limpie de vez en cuando el polvo del interior con un trapo seco.

Cómo Medir la Temperatura del Aire

1. Asigne a un equipo de estudiantes que lean el termómetro a diario, en el lapso de una hora del mediodía solar. Estas personas deben situarse lo más alejados que puedan de los termómetros, para evitar que la temperatura del cuerpo altere la lectura. Esto es muy importante, especialmente en los climas fríos. No toque ni respire sobre las partes sensibles del termómetro, puesto que así también se puede afectar la lectura.
2. Los estudiantes deben leer la temperatura actual diaria en la parte superior de la columna de mercurio, bien sea en el lado de la máxima o en el de la mínima del tubo en forma de U. Asegúrese de que sus ojos estén al mismo nivel de la columna de mercurio. De otra manera, las lecturas resultarán demasiado elevadas o demasiado bajas.
3. Tome las lecturas máximas y mínimas en la base de los indicadores. Asegúrese de que los ojos del observador estén al mismo

nivel que la base del indicador.

4. Cuando haya realizado las lecturas de las temperaturas máxima, mínima y actual, los estudiantes deberán reprogramar los indicadores. Esto se hace utilizando un imán para arrastrar los indicadores hacia abajo hasta colocarlos en la parte superior de la columna de mercurio. Para evitar soltar el imán, sujételo con un hilo a la caseta protectora o al termómetro.

Cuando una observación de temperatura se la pierda, programe el termómetro para la próxima observación y registre únicamente la temperatura actual en esa ocasión, puesto que, cuando hayan transcurrido más de 24 horas entre las lecturas, no será posible saber en qué día las temperaturas máximas y mínimas ocurrieron.

Envío de Datos

Reporte la siguiente información al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE:

- Fecha y hora de la recopilación de información en Hora Universal.
- Temperatura actual del aire
- Temperatura máxima diaria del aire
- Temperatura mínima diaria del aire.



Actividades de Aprendizaje



Observación, Descripción e Identificación de Nubes

Los estudiantes empezarán a conocer los tipos de nubes y sus respectivos nombres.

Estimación de la Cobertura de Nubes: Una Simulación.

Los estudiantes van a practicar cómo estimar la extensión de cielo que está cubierta de nubes.

Estudio de la Caseta Protectora de Instrumentos

Trabajando en equipos, los estudiantes explorarán cómo la colocación de la caseta de instrumentos y las características de ésta pueden influir en las mediciones.

Construcción de un Termómetro

Los estudiantes fabricarán termómetros sencillos para comprender cómo y por qué funcionan los termómetros que tienen líquido dentro del cristal.

Tierra, Agua y Aire

Esta es una actividad práctica que enseñará a los estudiantes las distintas proporciones de enfriamiento y calentamiento que existen entre la tierra y el agua, lo cual influye considerablemente sobre el clima.

Observación de Nubes

Los estudiantes monitorearán las nubes y el clima para poder empezar a comprender las conexiones entre las dos.



Observación, Descripción e Identificación de Nubes



Propósito

Capacitar a los estudiantes para que observen las nubes y las describan utilizando un vocabulario común y comparar estas descripciones con los nombres oficiales de éstas.

Visión General

Los estudiantes observan y hacen esbozos de las nubes, describiendo sus formas. En un principio, generarán descripciones de naturaleza personal y luego pasarán a elaborar un vocabulario más científico. Correlacionarán sus descripciones con las clasificaciones estándar, utilizando los diez tipos de nubes identificados por GLOBE. Cada uno de los alumnos desarrollará un folleto personal de nubes que lo utilizará junto con la Carta de Nubes de GLOBE.

Tiempo

Dos períodos de clase. Se podrá repetir en aquellos días en que se dividan distintos tipos de nubes.

Nivel

Todos

Conceptos Claves

Las nubes se identifican según su forma, altura y características de precipitación.

Destrezas

Observación y descripción de la apariencia de las nubes

Identificación de los diez tipos de nubes principales

Estimación de la altura de las nubes.

Registro y organización de los datos acerca de las nubes en el Cuaderno de Ciencias GLOBE.

Materiales y Herramientas

La carta de nubes de GLOBE

Las Hojas para la Observación de Tipos de Nubes (la encontrará en el Apéndice)

Cuadernos de Ciencias GLOBE

Libros de referencia que contengan imágenes de nubes

Una cámara de video o fotos para fotografiar las nubes (opcional).

Preparación

Obtenga libros de referencia acerca de nubes y marque las páginas más adecuadas al tema.

Prerequisitos

Ninguno

Antecedentes

La predicción exacta del clima se inicia con observaciones cuidadosas y consistentes. El ojo humano representa uno de los mejores y menos costosos instrumentos del clima. Gran parte de lo que conocemos acerca del clima procede de la observación directa que el ser humano ha realizado a lo largo de miles de años. Si bien el ser capaz de identificar los tipos de nubes resulta un tema muy útil en sí mismo, la observación de nubes practicada con regularidad, así como el llevar la cuenta del tiempo asociado con ciertos tipos de nubes mostrará a los estudiantes la conexión que existe entre el tipo de nubes y el clima. El reconocimiento de tipos de nubes le ayudaría a usted a predecir la clase de clima que se puede esperar en un futuro cercano. No hemos descrito esas conexiones aquí, pero existe

variada bibliografía que le puede ser útil para que sean usted y sus alumnos quienes las establezcan. Invite a un meteorólogo local a que visite su clase y hable con los alumnos; así, de seguro, los estimulará para que se interesen en la relación existente entre las nubes y los patrones del tiempo.

En esta actividad, pediremos a los estudiantes que observen con atención las nubes, las dibujen y las describan con sus propias palabras *antes* de denominarlas con los nombres oficiales. La actividad se puede repetir en días distintos, cuando estén presentes en el cielo distintos tipos de nubes. De hecho, si usted puede actuar con espontaneidad, sería bueno descansar un poco y salir a hacer un poco de «trabajo con las nubes» afuera, cada vez que vea que un nuevo tipo de nubes aparece en el cielo. Al transcurrir el tiempo, los estudiantes podrán familiarizarse muy bien con los tipos de nubes. Y, si

no siempre le es posible llevar a los estudiantes al exterior, cuando aparecen nubes interesantes, quizás las puedan observar a través de la ventana.

Los Estudiantes Elaborarán un Folleto Personal de Nubes

Los estudiantes deberán recoger, ya sea en su cuaderno de ciencias GLOBE o en folletos separados de nubes, una serie individual y personal de notas acerca de las nubes y sus distintos tipos. Deberán dedicar una página de su cuaderno de ciencias GLOBE a cada tipo de nube que identifiquen. También pueden incluir no solo sus propias observaciones y descripciones, sino también las fotos de nubes que hayan tomado o que recojan de otras fuentes. Cualquier día, los alumnos podrán observar varios tipos distintos de nubes en el cielo al mismo tiempo. En este caso, deberán registrar cada uno de los tipos que divisen en una página separada de sus Cuadernos de Ciencias GLOBE.

Identificación y Clasificación de las Nubes

El protocolo GLOBE le pide que identifique diez tipos comunes de nubes. Los nombres con los que se las denomina se basan en tres factores: la forma, la altura en la que ocurren y si producen precipitación o no.

1. Las nubes adoptan tres formas básicamente:
nubes *cúmulos* (amontonadas y esponjosas)
nubes *de estrato* (por capas)
nubes *cirros* (delgadas)
2. Las nubes aparecen a tres niveles de altura (específicamente, la altura de la base de la nube):

Las nubes altas (por encima de los 6.000 m) se denominan «cirros o cirro-»

- Cirros
- Cirrocúmulos
- Cirroestratos

Las nubes medianas (entre 2.000 y 6.000 m) se llaman «alto-»

- Altocúmulos
- Altoestratos

Las nubes bajas (por debajo de los 2.000 m), no llevan ningún prefijo:

- Estratos
- Nimboestratos
- Cúmulos
- Estratocúmulos

- Cúmulonimbos

Nota: Si bien tanto las nubes cúmulos como las cúmulonimbos pueden tener bases que se inicien por debajo de los 2.000 m, a menudo se desarrollan con suficiente espesura como para extenderse hasta el nivel medio o alto. Por tanto, a menudo se hace referencia a ellas como «nubes de desarrollo vertical». Únicamente las nubes altas son delgadas y por tanto, el término cirros se ha convertido en un sinónimo de delgado, en lo que a nubes altas se refiere.

3. Aquellas nubes cuyos nombres incorporan la palabra «nimbos» o el prefijo «nimbo-» son aquellas de las que caerá precipitación.

Pautas para Identificar las Nubes

Existen muchos elementos cuyo conocimiento resulta de mucha utilidad a la hora de identificar y dar nombres a las nubes atendiendo a la clasificación oficial:

Las nubes delgadas y altas siempre son cirros de cualquier clase. Si las nubes cirros contienen ondas o son esponjosas, entonces serán del tipo cirrocúmulos. Si se forman en capas continuas y dan la apariencia de cubrir todo el cielo, entonces son cirroestratos.

Las nubes de alturas medias se designan con el prefijo «alto-». Si están en capas, son altoestratos y si son acumuladas y esponjosas, entonces son altocúmulos.

Las nubes que se forman a bajas alturas (por debajo de los 2.000 m) pueden ser tanto de la familia cúmulos como de la de estratos. Las que pertenecen a la familia cúmulos, son esponjosas y acumuladas. Las de la familia estrato, se forman en capas o niveles que cubren extensas porciones del cielo.

Las nubes bajas que son oscuras, amenazadoras y que, de hecho, *producen lluvia*, reciben el nombre de «nimbos». Las nubes nimboestratos cubren todo el cielo en capas amplias y producen una lluvia estable. Estas nubes son más grandes en sentido horizontal que vertical. La lluvia asociada con estas nimboestratos es típicamente de intensidad baja a moderada, pero cae sobre una extensa área durante un largo período de tiempo. Las cúmulonimbos tienen bases oscuras y partes superiores esponjosas; a menudo tienen forma de yunque y, a veces, se las llama «cabezas de trueno». Estos tienden a producir precipitaciones fuertes, acompañadas típicamente de rayos y truenos.



Utilización de Fotografías

No es muy difícil encontrar fotografías de nubes en libros, cartas o revistas. Sin embargo, los estudiantes disfrutarán tomando sus propias fotos de nubes. Introduzca esta actividad una vez que hayan descrito y dibujado las nubes con sus propias palabras y símbolos. El filmar las nubes con movimiento también añade otra perspectiva sobre la formación y comportamiento de las nubes, en especial si puede usar un trípode y fotografía de movimiento.



Parte 1: Describa las Nubes con sus Propias Palabras

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

1. Organice a sus estudiantes en parejas. Envíelos con sus Cuadernos de Ciencias GLOBE a un lugar abierto a que observen las nubes. Cada uno deberá dibujar un esbozo detallado de las nubes que están en el cielo. Si existen distintos tipos de nubes, entonces deben dibujar cada tipo específico en hojas individuales de sus cuadernos.
2. Cada estudiante debe registrar la fecha y la hora y describir la apariencia de las nubes junto al esbozo. Es preciso que utilicen tantas palabras como puedan para describir la apariencia de las nubes. Haga énfasis en que no existen respuestas correctas ni incorrectas y que deberán utilizar cualquier palabra que les parezca apropiada. Estas podrían ser algunas posibles respuestas:

Tamaño: pequeñas, grandes, pesadas, ligeras, densas, espesas

Forma: esponjosas, fibrosas, algodonosas, irregulares, desgarradas, suaves, en trozos, en láminas, ajadas, se parece a un...

Color: gris, negra, blanca, plateada, color de leche.

Descripción: nubes de truenos, amenazadoras, ahuyentadoras, pesimistas, envolvedoras, hermosas, delgadas, como niebla, en burbujas, dispersas, en



movimiento, en remolino.

3. Al retornar al aula, las parejas se encontrarán para compartir sus descripciones. Pida a cada grupo de cuatro integrantes que elaboren una «lista de grupo» de todas las palabras que han utilizado para describir cada uno de los tipos de nubes observados. Deberán elegir los términos que creen que describen mejor las nubes que observaron.
4. Utilizando la Carta de Nubes de GLOBE, deberán emparejar sus dibujos con una de las fotografías y registrar el nombre científico del tipo de nube.

Parte 2: Cómo Comparar sus Descripciones con las Oficiales

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

1. (Puede posponer esta discusión hasta que el grupo haya acumulado descripciones de algunos tipos de nubes distintos). Inicie la discusión en la clase. Pida a un grupo de cuatro integrantes que dibuje su esbozo de nubes en la pizarra y que registre las palabras que el grupo utilizó para describirlas. Si se han observado distintos tipos de nubes, pídale a un grupo diferente que se encargue de un tipo. Haga que los otros grupos contribuyan dando palabras adicionales que hayan utilizado para la descripción.

Pida a los estudiantes que agrupen los términos en categorías que parezcan similares. Dígales que nombren las características específicas de las nubes (tamaño, forma, color, altura u otras) a las que estas categorías hacen referencia. ¿Representan esos grupos a las principales categorías de nubes a las que, según ellos, un observador debería prestar atención? ¿Existen algunas características de las nubes que no se hayan incluido? ¿Cuál es la base de su sistema, según ellos, es decir, a qué características de las nubes pone atención éste?

2. Pida a los estudiantes que indiquen los nombres «oficiales» de las nubes pintadas en la pizarra. Explíqueles el sistema oficial que se utiliza para clasificar las nubes, el cual se basa en tres características: forma, altura y precipitación. Compare el sistema oficial con el sistema de clasificaciones que sus alumnos han establecido por sí mismos. ¿Qué características incluyen y cuáles omiten?

Pregunte a los estudiantes qué términos utilizarían para describir cada una de las siguientes familias de nubes:

- nubes estratos
- nubes cúmulos
- nubes cirros
- nubes nimbos

3. Repita a los procesos de observación, dibujo y descripción de los distintos tipos de nubes durante los días subsiguientes, a medida que aparezcan nuevas nubes en el cielo. Pida a sus alumnos que elaboren páginas separadas de sus Cuadernos de Ciencias GLOBE para cada tipo nuevo de nube que observen. Dígales que deben registrar tanto el nombre oficial como las descripciones que ellos prefieran para cada nube. Continúe discutiendo con ellos la base del sistema oficial de clasificación.

Adaptaciones para Alumnos Menores y Mayores

Los estudiantes menores pueden describir las nubes en términos del tipo básico de familia: cirros, cúmulos y estratos. Asimismo, pueden describir su altura: bajas, medias o altas; su forma: grandes o pequeñas; y su color: blancas, grises o negras.

Los estudiantes mayores pueden correlacionar el tipo de nubes con la apariencia de cierto tipo de clima. Ver la actividad de *Observación de Nubes*. También podrán prestar atención a la secuencia de ciertos tipos de nubes durante varios días e investigar los factores que producen su formación.

Esta actividad puede presentar posibilidades interesantes para colaborar con los maestros de arte o literatura, pues ellos pueden contribuir con perspectivas no científicas sobre la descripción de las nubes.

Investigaciones Posteriores

Examine la correlación existente entre el viento y las nubes. Registre la velocidad y dirección del viento correspondiente a cada tipo de nube.

Explique la conexión existente entre el ciclo hidrológico y las condiciones atmosféricas.

Las fotos de los satélites y cohetes permiten observar la dinámica de nuestra atmósfera, así como examinar fenómenos a gran escala que no es posible captar desde la tierra. Utilice imágenes logradas desde el espacio para predecir el tiempo o para seguirle el rastro a una tormenta. Considere los méritos y desventajas de las imágenes espaciales con la información y datos meteorológicos locales.

Siga el rastro a tormentas y nubes desde la distancia para ayudar a la comprensión de las condiciones locales del tiempo. Utilice binoculares para estudiar las nubes y sus formaciones a la distancia. Recorra a mapas locales para identificar la distancia de las marcas en la superficie y la velocidad a la que se desplazan las nubes.

Invente juegos con las nubes para practicar las habilidades de identificación y conceptos:

Juego de Nubes # 1: Pídale a cada estudiante que fabrique un juego de cartas indicadoras de 6,5 x 16 cm en las que deberá incluir los nombres de los diez tipos de nubes. Otro juego de cartas deberá contener las ilustraciones de estos diez tipos. Las parejas de estudiantes combinarán las cartas colocándolas con la cara abajo. Los jugadores se turnarán para voltear dos cartas en cada turno, intentando localizar un par. Si lo logran, podrán tener un turno de más. El juego continúa hasta que todas las parejas se hayan encontrado; y el ganador será el que haya juntado más.

Juego de Nubes # 2: Grupos de estudiantes pueden formular preguntas sobre las nubes: apariencia, forma, altura y porcentaje de cobertura. En una carta índice de 6,5 x 16 cm (3x5 pulgadas), escriba la frase que constituya la respuesta. Por ejemplo: «nubes dispersas», será la respuesta a la pregunta: «¿Cuál es la cobertura de nubes cuando aproximadamente una décima parte y la mitad del cielo está cubierto de nubes?» Divida la clase en dos equipos para jugar. Los jugadores responden a las cartas de respuesta en forma de una pregunta (ver arriba).



Estimación de la Cobertura de Nubes: Una Simulación



Propósito

Lograr que los estudiantes comprendan las dificultades que implica la estimación visual del porcentaje de cobertura de las nubes; practicar esta estimación utilizando simulaciones de papel y evaluar la precisión de sus estimaciones.

Visión General

Al trabajar en parejas o en pequeños grupos, los estudiantes utilizarán una construcción de papel para simular la cobertura de las nubes. Estimarán el porcentaje de cobertura de las nubes y le asignarán la clasificación que le corresponda.

Tiempo

Un período de clase

Nivel

Intermedios y Avanzados

Conceptos Claves

Uso de una simulación para explorar la precisión de las observaciones

Destrezas

- Cálculo de la cobertura de nubes simulada
- Comunicarse matemáticamente
- Recopilación y registro de información
- Organización de datos en tablas

Materiales y Herramientas

- Los Cuadernos de Ciencias GLOBE
- Hojas coloridas de papel de construcción, uno azul y otro blanco por estudiante
- Pegamento o cinta adhesiva

Prerequisitos

- Familiaridad con el sistema de clasificación de la cobertura de nubes
- Familiaridad con fracciones y porcentajes

Antecedentes

Hasta los observadores más experimentados tienen dificultad para estimar la cobertura de las nubes. Esto parece ser consecuencia, en parte, de nuestra tendencia a subestimar el espacio abierto que existe entre los objetos, en comparación con el espacio que ocupan los mismos objetos, en este caso, las nubes. Los estudiantes tienen una oportunidad de experimentar este sesgo de percepción por sí mismos, de reflexionar sobre las consecuencias que esto tiene sobre su trabajo científico y de analizar las estrategias que mejoren su habilidad para estimar la cobertura de las nubes.

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

Revise el protocolo de la cobertura de las nubes con los estudiantes. Explíqueles que van a simular una cobertura utilizando papel de construcción para intentar estimar la cantidad de cobertura de las nubes representada por los fragmentos blancos de papel. Demuestre los procedimientos explicados en los pasos 3-6 que vienen a continuación para que los estudiantes

comprendan cómo funciona.

- Entregue a cada alumno los materiales necesarios:
 - Una hoja de papel azul brillante
 - Una hoja de papel blanco dividida en 10 segmentos iguales
 - Los Cuadernos de Ciencias GLOBE
 - Pegamento o cinta adhesiva.
- Organice a los estudiantes en parejas.
- Dígale a cada pareja que escoja el porcentaje de cobertura de nubes que desea representar. Deberán escoger un múltiplo de 10%, (es decir 20%, 30%, 60%, etc. no 5% ó 95%). No deben revelar a nadie el porcentaje elegido.
- Cada pareja, trabajando sola, deberá cortar el papel blanco de tal manera que represente el porcentaje de cobertura de nubes que haya escogido. Por ejemplo, si ha elegido el 30%, deberá cortar el 30% del papel blanco y recortar el restante 70%.
- A continuación debe arrugar el papel

blanco dándole formas irregulares que representen las nubes.

6. Luego procederá a pegar los pequeños trozos de nubes sobre el papel azul, representando así la cobertura de las nubes.
7. Por turno, los alumnos visitarán las simulaciones de los otros y estimarán el porcentaje de cobertura. También clasificarán cada simulación como «despejada, dispersa, rotunda o cubierta». Registrarán sus estimaciones en los cuadernos, utilizando una tabla similar a la que se muestra en la Figura AT-L-1.

Quizás usted prefiera llevar a todos los estudiantes a visitar las simulaciones, o dividir a la clase de tal forma que se visiten solamente algunas.

8. Cuando sus alumnos hayan terminado con sus estimaciones, elabore una tabla en la pizarra, para compararlas con los porcentajes reales. Ver Figura AT-L-2.
9. Elabore una segunda tabla que compare las clasificaciones correctas con las incorrectas. Figura AT-L-3.

Figura AT-L-1

Nombre	Porcentaje estimado	Clasificación
Jon y Alice	40%	dispersa
Juan y José	70%	fragmentada

10. Discuta con la clase la precisión de sus estimaciones.

- ¿Cuáles fueron más exactas, las estimaciones de porcentajes o las clasificaciones?
- ¿Dónde ocurrieron los errores más serios?
- ¿Pueden los estudiantes obtener una medida cuantitativa de su precisión colectiva?
- ¿Hay en la clase una tendencia a subestimar o sobrestimar la cobertura de las nubes?
- ¿Qué factores influyeron en la precisión de las estimaciones (Por ejemplo, ¿el tamaño de las nubes, la agrupación de nubes en una parte del cielo, el porcentaje de cielo que estaba cubierto?)
- ¿Tienen los estudiantes la impresión de que para realizar estas mediciones es preciso poseer un talento especial, o que es algo que se puede aprender?
- ¿En qué otro campo serían valiosas estas habilidades de cálculo espacial?
- ¿Cuáles clasificaciones de nubes fueron las más sencillas y las más difíciles de identificar?
- ¿Qué estrategias permitirán a los alumnos actuar con éxito?

Figura AT-L-2

Nombre	% Real	Subestimaciones	Estimaciones Correctas	Sobreestima.
Jon y Alice	50	4	5	12

Figura AT-L-3

Nombre	Clasificación correcta	Poca cobertura clasificada	Clasificada correctamente	Mucha cobertura clasificada
Jon y Alice	Dispersa	4	9	8



¿Cuáles estrategias pueden producir más clasificaciones exactas?

Adaptaciones para Estudiantes Menores y Mayores

Los estudiantes menores pueden necesitar instrucciones acerca de la identificación de *equivalentes* fraccionales, así como sobre la conversión simple de fracciones en porcentajes.

Los estudiantes mayores pueden producir y filmar en vídeo los pronósticos diarios, simulando que son para un noticiero local o un canal del tiempo. El formato de la transmisión puede incluir datos sobre los tipos de nubes dominantes, porcentaje de cobertura y reportes de visibilidad.



Estudio de la Caseta Protectora de Instrumentos



Propósito

Descubrir por qué la caseta protectora de los instrumentos está construida de esa manera.

Visión General

Los estudiantes explorarán algunas de las características de la caseta protectora de instrumentos y de su localización. La sección principal de esta actividad consistirá en construir casetas protectoras con varias propiedades, así como investigar el efecto de dichas propiedades sobre la temperatura. Se pedirá a los alumnos que predigan lo que crean que sucederá en cada uno de los distintos diseños de casetas.

Tiempo

Un período de clase para la discusión sobre la caseta protectora y el diseño de un experimento. Dos o tres períodos más para experimentar con los modelos.

Nivel

Todos

Conceptos Claves

Transmisión del calor mediante radiación, conducción y convección

Destrezas

- Proposición de hipótesis y predicción*
- Diseño de experimentos*
- Recolección de información*
- Organización y análisis de datos*
- Comunicación de resultados del experimento oralmente y por escrito*

Materiales y Herramientas

Al menos dos casetas protectoras de instrumentos hechas de cartón (según el número de las propiedades que se vayan a explorar y la disponibilidad de los materiales). Se pueden utilizar cajas de empaque de cereales o de zapatos. Es mucho mejor si las casetas experimentales son similares, de modo que la forma y el tamaño no se conviertan en factores de alteración de los resultados. Si únicamente se cuenta con láminas de

cartón, se pueden elaborar las casetas siguiendo un plano que se decidirá de antemano.

Para cada propiedad que se vaya a explorar, se necesitarán al menos dos casetas protectoras de cartón.

Según el número de características que se desee investigar, se necesitarán los siguientes materiales:

- Pintura blanca y negra (para investigar el color)
- Dos brochas de pintar (si se utiliza pintura)
- Tijeras para cortar objetos gruesos (son necesarias si las casetas se van a elaborar con láminas de cartón, así como para investigar el propósito de las ranuras en la caseta).
- Papel (para comparar el efecto de tener casetas protectoras elaborados con distintos materiales)
- Dos o más termómetros por grupo de estudiantes (según el número de propiedades que se vayan a probar al mismo tiempo)
- Hilo
- Uno o más postes de madera, lo suficientemente fuertes como para colocarlos en el suelo para sostener la caseta protectora de los instrumentos (a estos últimos se los puede clavar a los postes)
- Clavos (para clavar las casetas a los postes, de ser necesario)
- Martillo
- Una vara de un metro
- La caseta protectora de instrumentos de GLOBE. Si ésta no está disponible, los estudiantes deben mirar una foto de la misma y la descripción física que se encuentra en el “Juego de Herramientas”.

Preparación

Junte los materiales que necesita para construir las casetas. Los estudiantes podrán traer de casa cajas de cereal (redondas) o de zapatos.

Prerequisitos

Una caseta protectora de instrumentos ya ensamblada



Antecedentes

Podría parecer que la medición del aire es sensible, pero no es necesariamente fácil para muchas personas en todo el mundo, hacer precisamente las mismas mediciones de modo que puedan compararse unas con otras. Para poder comprender a cabalidad la temperatura que se está midiendo, es preciso que todos midamos exactamente lo mismo. Factores como el viento, la luz del sol directa y la humedad pueden afectar a un termómetro, de modo que debemos proteger estos instrumentos colocándolos en una caseta protectora que se ha de construir siguiendo instrucciones específicas. Además, el tema acerca de dónde colocar esta caseta y cómo situar el termómetro en su interior es de vital importancia.

Debemos tener certeza de que las diferencias de temperatura que se reporten desde distintas áreas, se deben a diferencias reales de la temperatura del aire, y que no reflejan el hecho de que tal vez alguien colocó una caseta con termómetros en una superficie con hierba y otra persona lo hizo cerca de una ventana donde recibía luz directa del sol.

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

Día Uno

1. Debe empezar la discusión pidiendo a los alumnos que identifiquen las principales características de la caseta protectora GLOBE que pueden influir en la temperatura de su interior. Entre ellas podemos citar las siguientes:
 - El color de la caseta
 - La existencia de ranuras en la caseta.
 - Los materiales que se utilizarán para hacer la caseta

La discusión debe llevar a la pregunta de por qué los estudiantes piensan que estas características son importantes.
2. A la discusión acerca de las características físicas de la caseta puede seguirle una sobre la colocación de la misma y del termómetro en el interior. Las preguntas serían:
 - ¿Por qué debería colocarse la caseta lejos de los edificios y árboles?
 - ¿Por qué se la debe situar sobre una superficie natural, como la hierba?
 - ¿Por qué se la debe situar a 1,5 metros

del suelo?

- ¿Por qué la caseta debería estar ubicada con la puerta que mira al norte en el hemisferio norte y con la que mira al sur en el hemisferio sur?
- ¿Por qué el termómetro no debe tocar la caseta?

Los estudiantes deberán predecir el efecto que cada uno de los parámetros antes mencionados ejerce sobre la medición de la temperatura. A continuación, habrá llegado el momento de probar sus predicciones.

Día Uno / Día Dos (dependiendo de cuanto se extiendan las discusiones)

1. Agrupar a los alumnos en equipos. El número de equipos dependerá de la cantidad de propiedades que se vayan a investigar y de la disponibilidad de materiales y del número de estudiantes. Se pueden formar hasta ocho equipos para explorar los ocho parámetros básicos que se discutieron anteriormente.
2. Cada equipo debe construir dos casetas. Se trata de una tarea sencilla si los alumnos utilizan cajas ya listas, como las de zapatos o cereal, pero será más complicada si deben elaborar casetas con láminas de cartón. Si las casetas protectoras se elaboran con láminas de cartón, el diseño real de las mismas (bien sea un cilindro, como la caja de cereal, o bien un rectángulo, como la caja de zapatos) no es tan importante como el hecho de que todas las casetas deben asemejarse en diseño y tamaño.
3. Cada equipo escoge, o se le asigna, una propiedad para explorar. Aquellos que investiguen las propiedades físicas de la caseta requerirán adicional trabajo acerca de la caseta protectora. A continuación detallamos las posibles alteraciones que se pueden realizar a las casetas para estudiar las propiedades:
 - Pinte una caseta de blanco y otra de negro
 - Fabrique una caseta con ranuras y otras sin ellas (pinte a las dos de blanco)



- Si se están utilizando cajas ya hechas, utilice papel blanco para fabricar una caseta de forma y tamaño similar a la de cartón. Pinte la caseta de cartón de color blanco.
4. Todos las casetas deben colocarse en postes (a menos que un equipo esté investigando el efecto de la altura de la caseta con respecto al suelo). Para la mayoría de los equipos será suficiente con que los postes estén a un metro de altura. El equipo que esté investigando la altura del poste con relación al suelo, debe dejar una de las casetas desmontada y a la otra montarla sobre un poste de aproximadamente 1,5 metros de altura.
 5. Cada equipo deberá recibir dos termómetros. Antes de colocarlos dentro de las casetas, los estudiantes deben asegurarse de que los termómetros marquen la misma temperatura mientras están en el interior. Si no lo hacen, deberán calibrarlos, siguiendo las instrucciones de los Protocolos de la Atmósfera. Si el termómetro no lee entre 0.5 °C a 0.0 °C mientras está en un balde con hielo, no puede ser usado. No se debe colocar a los termómetros dentro de las casetas hasta que los estudiantes estén listos para llevarlos al exterior.

Día Tres/ Día Cuatro

1. Escoja un día que sea soleado y, de preferencia, con un poco de brisa. No realice la actividad en días grises, lluviosos o con nieve.
2. Cada equipo deberá registrar la temperatura con la que inicia el termómetro (Nuevamente, ésta debe ser la misma).
3. Los termómetros se deben colocar en el interior de las casetas de tal forma que no toquen la superficie de cartón (o papel) (a menos que, por supuesto, el grupo está investigando el efecto de que los termómetros toquen la pared de la caseta). Si se utilizan cajas de cartón ya listas, es posible colgar el termómetro con un hilo desde la parte superior.
4. Cada uno de los equipos toma sus dos casetas protectoras (con los termómetros) y las lleva afuera. Aquellos equipos que investigan las propiedades físicas de la caseta (color, ranuras, material) deben buscar una zona abierta apartada de los edificios y, de

preferencia, en campo abierto. Los equipos que investigan la colocación de la caseta deben dividirse en dos subgrupos. Uno de ellos colocará la caseta en una zona apropiada (suelo con hierba, lejos de los edificios). El otro la colocará en un lugar que no sea lo ideal. Es decir, para investigar los efectos de la colocación de la caseta protectora:

- Una de las casetas debe estar en una situación ideal y la otra en el lado soleado de un edificio.
 - Una de las casetas debe estar colocada en un punto ideal y la otra en medio de un estacionamiento, o sobre una superficie asfaltada.
 - Una de las casetas debe estar a una distancia de 1,5 metros por encima de la superficie y la otra en la base del poste.
 - Una de las casetas debe estar con la puerta orientada hacia el norte y otra caseta cercana con la puerta hacia el sur.
5. Una vez que hayan colocado las casetas, los estudiantes deben registrar la temperatura de cada termómetro cuando hayan transcurrido unos cinco minutos. Entonces, deben esperar otros cinco minutos y volver a registrar las temperaturas. Es preciso repetir el proceso a intervalos de cinco minutos, hasta que la temperatura de la caseta se haya estabilizado y no varíe en dos lecturas sucesivas. Notar que esto no debe necesariamente tomarles el mismo tiempo para cada caseta. Es decir, uno de los termómetros puede tardar más que el otro en alcanzar la temperatura máxima. Por tanto, es importante revisar ambos termómetros.
 6. Una vez que se haya estabilizado la temperatura en ambas casetas, los estudiantes podrán llevarlas -junto con las temperaturas registradas- nuevamente al aula.
 7. Cada equipo debe entregar a toda la clase un breve reporte sobre lo que ha averiguado, y luego discutirá el por qué las temperaturas se han comportado de esa manera.
 8. Cada equipo debe escribir un informe breve que muestre las temperaturas registradas. Es preciso que discutan sus descubrimientos atendiendo al por qué y cómo el parámetro en particular, que estaba investigando, afecta a la temperatura.



Adaptaciones para Estudiantes Menores y Mayores

Para estudiantes menores: El número de variables exploradas puede reducirse al color, existencia de ranuras y colocación de la caseta cerca o lejos de edificios, así como su ubicación sobre superficies asfaltadas o naturales. Las casetas se pueden colocar sobre el suelo en lugar de montarlas sobre postes. (Siempre y cuando todas se coloquen en el suelo en las distintas áreas, el factor será consistente para todas las lecturas).

Para estudiantes mayores: Pueden explorar cuál de los parámetros es el más importante, construyendo dos casetas por cada categoría. Por ejemplo, pueden probar si el color es más importante que las ranuras, haciendo una caseta negra y otra blanca sin ranuras y otra negra y una blanca con ranuras. Analice cuantas combinaciones se les ocurran y cuál de los parámetros ejerce un efecto mayor sobre la temperatura. También pueden explorar los efectos producidos por los distintos diseños de casetas en un día despejado con respecto a un día nublado, o de un día calmado con respecto a uno ventoso.



Evaluación de los Estudiantes

La comprensión que los estudiantes hayan logrado acerca del diseño de la caseta protectora y su colocación se puede evaluar en términos de:

- Las conclusiones a las que llegaron en sus informes orales y escritos
- La comprensión que demostraron durante las discusiones en clase
- Su capacidad para enfrentarse a preguntas adicionales, tales como: ¿Cuál hubiera sido el efecto si la caseta blanca hubiera estado cubierta de una gruesa capa de polvo?
- La validación de las mediciones que ellos toman.



Construcción de un Termómetro



Propósito

Ayudar a que los estudiantes comprendan por qué y cómo funciona un termómetro normal

Visión General

Los estudiantes construirán un termómetro con una botella de refresco, el cual se parece mucho al que utilizan las escuelas GLOBE. Ambos están basados en el principio de que muchas sustancias se expanden y se contraen a medida que su temperatura varía. Este experimento también demuestra el principio de transmisión del calor.

Tiempo

Dos periodos de clase

1. Para realizar experimentos: un período de clases.
2. Para discutir los principios de la expansión y contracción, así como la transmisión del calor a través de la conducción y la convección: 15 a 30 minutos.
3. Para registrar los datos de la clase en la pizarra o en su parte superior y realizar gráficos: 30 minutos.
4. Para que cada grupo presente a la clase sus resultados, ideas acerca de otras variables que se puedan probar y cualquier problema que hayan encontrado: 30 minutos.

Nivel

Intermedios

Conceptos Claves

- Las sustancias se expanden y contraen con los cambios de temperatura.
- Los termómetros con líquido en el tubo de cristal funcionan debido a la expansión y contracción termal.
- La conducción y convección son dos formas principales de transmisión del calor.

Destrezas

- Construcción de un aparato para experimentos
- Conducción de un experimento
- Observación y medición
- Recopilación, registro y organización de datos
- Trabajo eficiente en equipo

Materiales y Herramientas

(por grupo de estudiantes)

- Hielo
- Agua
- Una botella de plástico de un litro de refresco
- Un sorbete plástico blanco o transparente para beber
- Arcilla para modelar . Un bloque de medio kilo debe ser suficiente para 25 ó 30 termómetros
- Dos botellas plásticas de refresco de 2 litros: hay que cortar la parte superior de estas botellas
- Tijeras o cuchillos para cortar las botellas plásticas de 2 litros
- Colorante para alimentos (el amarillo no funciona tan bien como el rojo, azul o verde)
- Un reloj de mano o de pared con segundero
- Una regla métrica
- Un marcador, lápiz de cera o pluma para marcar el lado del sorbete
- Hoja de Actividad de Construcción de un Termómetro

Preparación

- Ensamblar materiales
- Revisión de los principios de transparencia de color

Prerequisitos

Ninguno



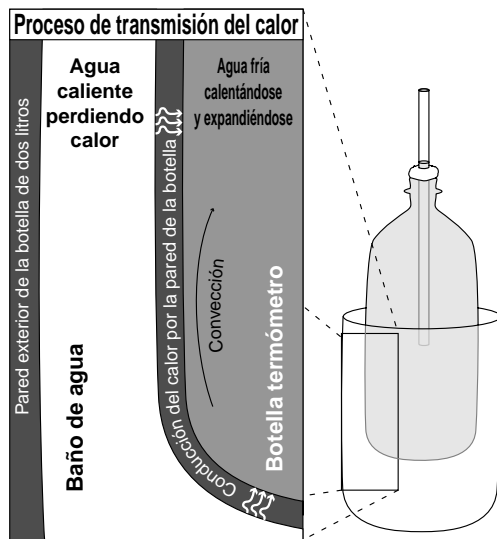
Antecedentes

Para obtener mayor información acerca de cómo funcionan los termómetros, revisar *Una Visión de Campo sobre la Investigación de la Atmósfera* en la sección de *Bienvenida*.

Existen diferencias entre el termómetro fabricado con una botella de refresco y el utilizado por GLOBE: los líquidos utilizados son distintos, el termómetro hecho con la botella no es un sistema cerrado, y le falta una escala numérica.

Algunos principios científicos están en juego en esta actividad. Uno de ellos es el de expansión y contracción. La mayoría de las sustancias se expanden cuando se calientan y se contraen al enfriarse. En todo el rango de temperaturas de este experimento, el agua también se expande al calentarse y se contrae al enfriarse. (Conforme el agua se aproxima al punto de congelamiento, nuevamente se expande).

Figura AT-L-4



Las sustancias se expanden al calentarse porque su energía cinética, o energía de movimiento, sufre un incremento con la temperatura. Las moléculas se mueven más rápido y se dispersan alejándose, lo cual hace que el material se expanda. Cuando la sustancia se enfría, el movimiento molecular disminuye y la sustancia se contrae.

En el caso del agua, el coeficiente de expansión es más bien pequeño, así que el volumen de agua aumenta pero únicamente en un pequeño porcentaje. No obstante, debido a que todo el aumento de volumen se canaliza dentro del sorbete de diámetro estrecho, la expansión se

puede visualizar.

Este experimento también ilustra la transferencia de calor por conducción. La conducción sucede cuando la energía es transferida de una molécula a la siguiente por el contacto directo, como cuando el mango de metal de una sartén se calienta. Los metales son buenos conductores del calor, al contrario de la madera. En este experimento, el agua caliente del contenedor exterior transmite su energía por conducción a través de la pared de plástico de la botella de un litro hacia el agua de la botella interior.

Si bien la transferencia de calor por conducción se puede dar en sólidos, líquidos o gases, es más eficiente en sólidos y líquidos. En la atmósfera las moléculas de aire que están en contacto con el suelo se calientan por conducción. Conforme esas moléculas ganan energía se tornan menos densas y comienzan a elevarse.

La convección es un movimiento a gran escala de un líquido a un gas el cual actúa para redistribuir el calor a través de un volumen completo. Un ejemplo común de convección es el agua hirviendo en una olla, en este caso, el agua que está en contacto con el fondo de la olla (donde se encuentra fuente de calor) se calienta y se torna menos densa que el agua que está encima de ella. Esta agua caliente se eleva mientras que el agua fría va hacia el fondo y de esta manera se calienta por el contacto con el fondo de la olla.

Preparación

Esta actividad funciona bien en equipos de dos o tres estudiantes. A continuación se encuentran algunas tareas y descripciones:

Estudiante 1 Ensamblador: recoge el material y ensambla los termómetros

Estudiante 2 Tomador de tiempo/informador: toma el tiempo a los intervalos de 2 minutos cuando empieza el experimento; marca sobre el sorbete mostrando la cantidad de agua que se ha movido; mide el sorbete al final del experimento y avisa al registrador las mediciones; informa a la clase el resultado del experimento.

Estudiante 3 Registrador: registra las mediciones que el tomador de tiempo ha realizado; también transfiere las mediciones del grupo a las hojas de datos.



Sacar una copia de la Hoja de la Actividad de Construir un Termómetro para cada grupo de estudiantes.

El maestro debe ensamblar los materiales antes de que la clase empiece. Si se va a trabajar con grupos pequeños, se los organizará por anticipado. Los alumnos deben traer las botellas de 1 y 2 litros. Dar al menos una semana para que recojan los materiales necesarios, si son los estudiantes los que han de traer las botellas. Asegúrese de repasar los posibles problemas citados a continuación, antes de realizar el experimento en clase.

Asegúrese de que comprende los principios de transmisión del calor (conducción y convección), así como la expansión y contracción de los materiales. Algunos ejemplos de las distintas situaciones le serán útiles para una discusión. Tal vez le sea preciso repasar con los alumnos la medición en milímetros.

Hoja de Datos del Equipo *mediciones en milímetros*

2 minutos	
4 minutos	
6 minutos	
8 minutos	
10 minutos	

Hojas de Datos de la Clase

	Grupo A	B	C	D	Promedio
2 minutos					
4 minutos					
6 minutos					
8 minutos					
10 minutos					

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

Esta actividad se puede realizar como parte de una demostración, pero probablemente resultará más efectiva si los estudiantes o grupos fabrican sus propios termómetros. Estas instrucciones también aparecen en la Hoja de la Actividad *Cómo Construir un Termómetro del Apéndice*, la cual puede ser duplicada y distribuida a los estudiantes.

Construcción de un Termómetro

1. Llene la botella de un litro con agua del grifo hasta el borde.
2. Añada cuatro gotas de colorante artificial. Esto hará que se vea la línea del agua más fácilmente. Los colores que mejor funcionan son el azul, el rojo o el verde.
3. Con la arcilla haga un bala pequeña de unos 25 mm de diámetro (el tamaño de una moneda mediana, más o menos). A continuación aléguela de manera que forme un cilindro de una longitud y diámetro similares a los de un lápiz. Aplane este cilindro pegándolo a una cinta gruesa. Coloque esta cinta más o menos a la mitad del sorbete. Ver la Figura A T-L-5.

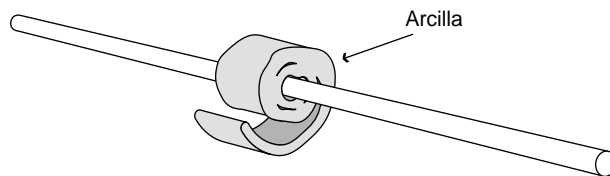


Figura AT-L-5

4. Coloque el sorbete dentro de la botella y utilice la arcilla para sellarla. Tenga cuidado de no bloquear el sorbete. También deberá evitar que la arcilla se rajee o se hagan agujeros en ella, puesto que el agua se escaparía. La mitad del sorbete estará dentro de la botella y la otra mitad afuera. Presione la tapa de arcilla hacia el cuello de la botella lo suficientemente lejos como para forzar a que el nivel de agua suba hacia el sorbete y se la pueda ver. Ve la Figura A T-L-6.

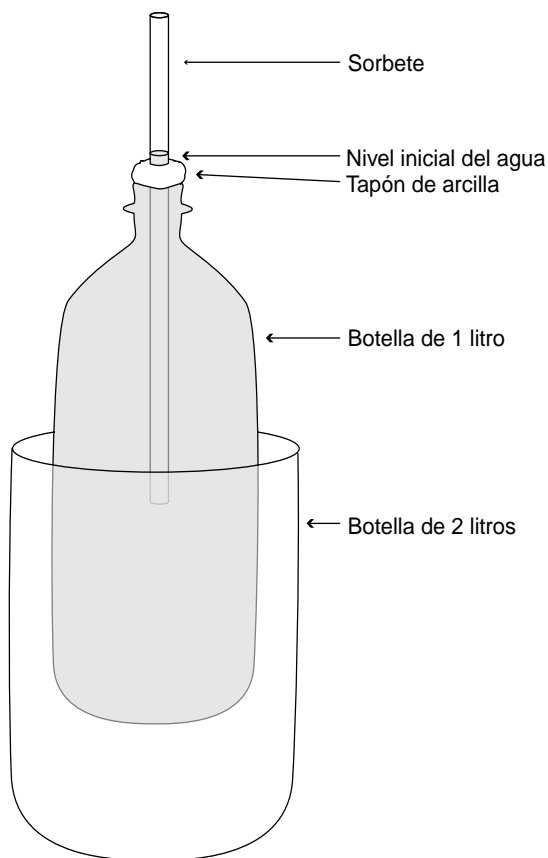
Experimento

1. Coloque la botella llena de un litro (termómetro de botella de refresco) dentro de un contenedor de plástico fabricado con una botella de dos litros. Coloque una

marc a en el sorbete en el punto donde vea la línea del agua.

2. Llene el contenedor, fabric ado con la botella de 2 litros, con agua c aliente. Espere dos minutos. Marque el sorbete en la línea del agua. Repita esta acción cada dos minutos durante diez minutos. Al finalizar los diez minutos, utilice una regla para medir la dist ancia de cada marc a desde la original de la base del sorbete. Reg istre sus medic iones en la hoja de datos del equipo. Observe con c uidado si se produce alg ún cambio. ¿V e alguno? Desc ríbalo que observa.
3. Ponga hielo y agua fría en el segundo contenedor de dos litros.
4. Coloque la b otella termómetro dentro de éste. Reg istre sus observac iones.

Figura AT-L-6



5. ¿Qué le sucederá al nivel del agua del sorbete cuando el termómetro se sumerja en el agua caliente? (Respuesta: sube cerca de 4 cm si hay una diferencia de 25 °C). ¿Por qué?
¿Qué le sucederá al nivel del agua del sorbete cuando el termómetro se sumerja en el agua fría? (Respuesta: se cae). ¿Por qué?
6. Explique lo que usted cree que acontece.
7. Utilizando la respuesta a la pregunta 6 explique ¿cómo funciona el termómetro de máximas y mínimas para medir la temperatura al mediodía que utiliza GLOBE?
8. ¿Cuáles son otros dos aspectos (variables) que si fueran cambiados podrían hacer que este experimento funcione de otra manera? (Algunas respuestas: la cantidad de agua que toca el termómetro de botella, la temperatura del agua, el tamaño del contenedor, el diámetro del sorbete).
9. Grafique las mediciones que haya registrado en la hoja de datos del equipo. El eje en "x" (horizontal) debe ser el tiempo en minutos y el eje en "y" (vertical) serán sus mediciones desde la línea original antes de añadir el agua caliente (en milímetros). Asegúrese de poner títulos a su gráfico y etiquetas a los ejes para que otras personas los puedan distinguir.
10. Elab ore una hoja de datos de la clase en la pizarra o sobre un papelógrafo. Reg istre sus datos en ella. Combine su información con la de sus compañeros para averiguar el promedio de movimiento del agua para cada período de dos minutos.
11. Añada las cifras promedio del movimiento del agua a su gráfico. Asegúrese de marcar esta línea nueva. ¿En qué se distingue el gráfico de sus mediciones de aquel del promedio de la clase?
12. Explique el gráfico. ¿Qué historia cuenta su gráfico? ¿Puede sacar conclusiones?
13. ¿Por qué será importante tener más de un juicio al sacar conclusiones?

Posibles Problemas con el Experimento

- El tapón de arcilla está rajado y el agua se escapa.
- Si la botella de 1 litro no está llena hasta el borde, el agua se demorará más para subir por el sorbete. De hecho, quizás nunca vaya a subir.
- No existe suficiente diferencia de temperatura entre el agua de la botella de 1 litro y la de 2 litros. Lo óptimo es una diferencia de 25 grados Celsius o más. Si hay una diferencia menor, no podrá obtener movimientos notorios en el sorbete. La diferencia entre el agua caliente y fría del grifo deberá ser la suficiente para que funcione el experimento.
- Los estudiantes pueden haber olvidado marcar el nivel inicial en el sorbete. Asegúrese de que entiendan que esta marca debe realizarse inmediatamente después de colocar la botella de 1 litro dentro de la de 2 litros, antes de añadir el agua caliente.
- Si tiene problemas para obtener o conservar el hielo dentro del aula, puede omitir esta parte del experimento o presentarlo como demostración.

Adaptaciones para Estudiantes Menores y Mayores

Para estudiantes menores: Ellos pueden construir un termómetro y observar el movimiento del agua en el sorbete, pero no marcar el nivel del agua a intervalos de dos minutos. El maestro debe cortar con anticipación el contenedor plástico de dos litros.

Estudiantes mayores: Se pueden probar otras variables, tales como distintos tamaños de sorbetes, contenedores mayores o menores para el agua caliente, o distintos tamaños de contenedores para los termómetros. Los estudiantes pueden diseñar su propio experimento, realizarlo y presentar sus descubrimientos a la clase. Pueden calibrar su termómetro con uno normal.

Investigaciones Posteriores

1. Utilice un termómetro normal para medir la temperatura del agua del interior del termómetro de botella y compararlo con la temperatura del agua fuera del termómetro. ¿Cambia la cantidad de movimiento del agua del sorbete cuando las temperaturas son distintas? Realice un experimento, tome registros y presente sus resultados a la clase.
2. ¿Afecta el tamaño del contenedor el funcionamiento del termómetro? Diseñe un experimento que ponga a prueba este concepto, realícelo y elabore una tabla con los resultados.
3. Acuda a una biblioteca e investigue los materiales que se utilizan para fabricar distintos termómetros. Asegúrese de averiguar los distintos principios sobre los que operan. Presente los resultados a la clase.
4. Llame a las estaciones locales del clima, a las estaciones de televisión o radio y pregunte qué tipo de termómetro utilizan. Visite la estación climática. Saque fotografías y elabore un afiche para compartir con su clase.
5. Fabrique termómetros utilizando sorbetes de distintos diámetros y observe si detecta alguna diferencia. ¿Cuál cree que puede ser la causa de las diferencias que observa? ¿Ejercerá esto algún efecto sobre la fabricación de los termómetros reales?
6. Averigüe cómo registran los científicos la temperatura a distintas profundidades del océano. En un mapa de los mares, muestre el promedio de las temperaturas. Elabore una tabla para compartirla con su clase.

Evaluación de los Estudiantes

Los estudiantes deben ser capaces de responder a las preguntas de la hoja de actividades para el alumno. También deben explicar cómo funciona un termómetro, ya sea en la clase o en una prueba.

Hoja de la Actividad de Construcción de un Termómetro

Duplicar y distribuir a los estudiantes.

Propósito

Ayudar a usted a comprender cómo y por qué funciona un termómetro con líquido dentro de un tubo de cristal.

Visión General

El termómetro de botella de refresco que usted construirá en esta actividad es muy similar al que se utiliza en la Caseta Protectora de Instrumentos de GLOBE. Sin embargo, existen diferencias. Los dos usan líquidos, pero estos son distintos. ¿Conoce cuál es el líquido del termómetro estándar de GLOBE? Asimismo, el termómetro que usted va a fabricar no tiene marcados los grados. Sin embargo, el principio operativo es el mismo en ambos casos.

Tanto el termómetro que utilizará para las mediciones como los instrumentos que va a construir, se basan en el principio de que las sustancias se expanden y se contraen cuando cambian las temperaturas.

Este laboratorio también demuestra el principio de la transmisión del calor. Cuando se coloca un objeto caliente contra uno frío, el calor se transmite desde el primero al segundo por medio de la conducción. Por ejemplo, si en invierno usted coloca su mano sobre el parachoques de un automóvil, su mano transmitirá el calor hacia el metal por conducción.

Normalmente cuando usted participa en un trabajo, es parte de un equipo. En esta actividad también será parte de un equipo. Las siguientes son las descripciones de su trabajo:

Estudiante 1: Ensamblador, recoge los materiales y ensambla los termómetros.

Estudiante 2: Tomador de tiempo/informador, con un reloj de muñeca o de pared, toma el tiempo con intervalos de 2 minutos cuando empieza el experimento; marca sobre el sorbete mostrando la cantidad de agua que se ha movido; mide el sorbete al final del experimento y avisa al registrador las mediciones; informa a la clase el resultado del experimento.

Estudiante 3: Registrador; registra las mediciones que el tomador de tiempo ha realizado; también transfiere las mediciones del grupo a las hojas de datos.

Materiales y Herramientas

(por grupo de estudiantes)

Hielo

Agua

Una botella de plástico de un litro

Un sorbete plástico, blanco o transparente

Arcilla para modelar. (Un bloque de medio kilo deberá ser suficiente para 25 ó 30 termómetros)

Tijeras o cuchillo para cortar las botellas de dos litros

Dos botellas de refresco de dos litros: hay que cortar la parte superior de estas botellas para que sea usado como un recipiente con agua donde se introduce la botella de 1 litro.

Colorante para alimentos (el amarillo no funciona tan bien como el rojo, el azul o el verde)

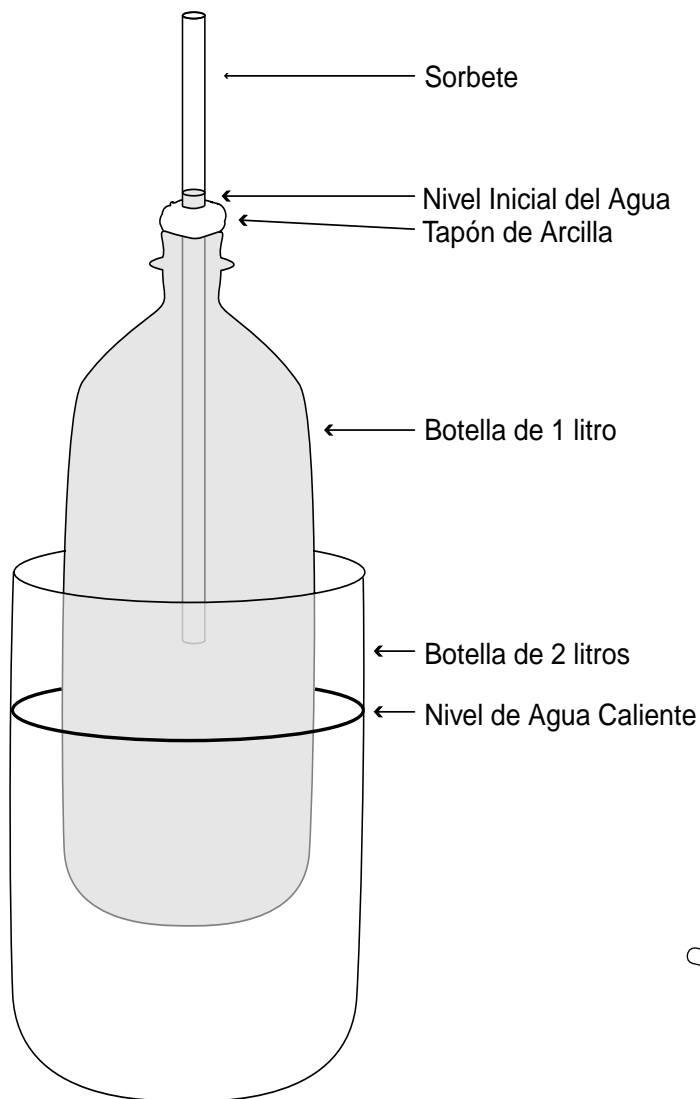
Un reloj de mano o de pared con segundero

Una regla métrica

Un marcador, lápiz de cera o pluma para marcar el lado del sorbete.

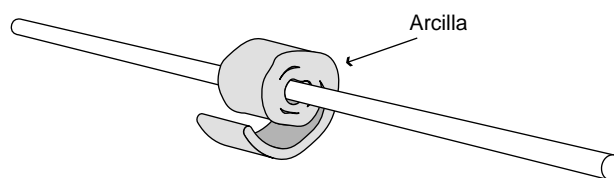
Construcción del Termómetro

1. Llene, hasta el borde, la botella de refresco de un litro, con agua fría del grifo.
2. Añada cuatro gotas de colorante artificial. Esto facilitará la visualización del agua. Los colores que mejor funcionan son el azul, el rojo o el verde.



3. Con la arcilla haga un bolla pequeña de unos 25 mm de diámetro. A continuación enróllela de manera que forme un cilindro de una longitud y diámetro similar al de un lápiz. Aplane este cilindro pegándolo a una cinta gruesa. Coloque esta cinta más o menos a la mitad del sorbete.

4. Coloque el sorbete dentro de la botella y utilice la arcilla para sellarla. Tenga cuidado de no bloquear el sorbete. También debe evitar que la arcilla se raje o que se hagan agujeros en ella, puesto que el agua se escaparía. Una mitad del sorbete estará dentro de la botella y la otra mitad por afuera. Presione la tapa de arcilla hacia el cuello de la botella lo suficientemente lejos como para forzar a que el nivel de agua suba hacia el sorbete y se la pueda ver.



Experimento

1. Coloque la botella llena de un litro (termómetro de botella de refresco) dentro de un contenedor fabricado con una botella de dos litros. Coloque una marca en el sorbete en el punto donde vea la línea del agua.
2. Llene el contenedor fabricado con la botella de dos litros con agua caliente. Espere dos minutos. Marque el sorbete en la línea del agua. Repita esta acción cada dos minutos durante diez minutos. Al finalizar este lapso, utilice una regla para medir la distancia de cada marca desde la marca original de la base del sorbete. Registre sus mediciones en la hoja de datos del equipo, que encontrará a continuación.

Hoja de datos del equipo

<i>Tiempo</i>	<i>Mediciones en milímetros</i>
2 minutos	
4 minutos	
6 minutos	
8 minutos	
10 minutos	

Observe con cuidado si se produce algún cambio. ¿Ve alguno? Descríbalo lo que observa.

3. Ponga hielo y agua fría en el segundo contenedor de dos litros.

4. Coloque la botella termómetro dentro del contenedor. Registre sus observaciones.

5. ¿Qué le sucederá al nivel del agua del sorbete cuando el termómetro se sumerja en agua caliente?

¿Qué le sucederá al nivel de agua del sorbete cuando el termómetro se sumerja en el agua fría?

6. Explique por qué cree usted que se producen estos cambios.

7. Utilizando la respuesta a la pregunta 6 explique ¿cómo funciona el termómetro de máximas y mínimas para medir la temperatura al mediodía que utiliza GLOBE?

8. ¿Cuáles son otros dos aspectos (variables) que si se cambian podrían hacer que este experimento funcione de otra manera?

9. Grafique las mediciones que haya registrado en la hoja de datos del equipo en el paso 2. El eje en "x" (horizontal) debe ser para los minutos y el eje en "y" (vertical) son las mediciones (en milímetros) desde la línea original, antes de añadir el agua caliente. Asegúrese de poner el título a su gráfico y marcar los ejes para que otras personas lo puedan entender.

10. Elabore una Hoja de Datos de la Clase en la pizarra o según las instrucciones del maestro. Combine su información con la de sus compañeros para averiguar el promedio de movimiento del agua para cada período de dos minutos.

11. Añada las cifras promedio del movimiento del agua a su gráfico. Asegúrese de marcar esta línea nueva. ¿En qué se distingue el gráfico de su termómetro de aquel del promedio de la clase?

12. Explique el gráfico. ¿Qué es lo que dice su gráfico? ¿Puede sacar conclusiones?

13. ¿Por qué será importante tener más de una opinión al sacar conclusiones?



Tierra, Aire y Agua



Propósito

Ayudar a que los estudiantes comprendan que la tierra y el agua se calientan y se enfrían en distintas proporciones y que las propiedades del suelo y del agua influyen en el calentamiento del aire que está por encima.

Visión General

Los estudiantes medirán los cambios de temperatura del suelo, agua y aire a medida que el sol los calientan.

Tiempo

Un total de tres o cuatro horas; una a dos horas de tiempo real en la tarea

Nivel

Intermedios y avanzados

Conceptos Claves

Sustancias diferentes como el suelo, el agua y el aire transmiten el calor y la energía en proporciones distintas

Destrezas

Diseño y realización del experimento
Medición y registro de información
Organización de datos en tablas

Graficación

Trabajo eficaz en grupos

Materiales y Herramientas

(por grupo de estudiantes)

Dos baldes de plástico de al menos 30 cm de altura

Una regla con centímetros

Seis termómetros

Material para suspender los termómetros sobre los baldes, como hilo o clavijas.

Preparación

Busque una zona al aire libre donde pueda realizar el experimento. (Esta actividad se puede realizar en el interior si se sustituye la luz del Sol con una fuerte fuente de luz artificial). Este experimento da mejores resultados en un día soleado y cálido. Divida a los estudiantes en pequeños grupos de trabajo. Tal vez usted prefiera hacer una demostración de esta actividad antes para que todos sus alumnos comprendan cómo realizar el experimento.

Prerequisitos

Ninguno



Antecedentes

Una de las razones más importantes por las que tenemos climas distintos en todo el mundo es porque la tierra y el agua se calientan y se enfrían a diferentes proporciones.

Por ejemplo, las tormentas de truenos que ocurren en las tardes en el estado de Florida, en EE.UU., se inician a menudo debido al hecho de que durante el día la tierra se calienta más rápido que el agua. (Para comprender mejor esto, los estudiantes deben investigar la causa de las brisas del mar). En aquellos lugares del mundo que experimentan los monzones (sistemas de viento que cambian de dirección por la estación), la parte

lluviosa de la estación del monzón se caracteriza por periodos alternos de clima activo (lluvioso) e inactivo (no lluvioso), según si la tierra está seca o mojada.

Pudiera ser que los alumnos hayan notado una diferencia en las proporciones de calentamiento y enfriamiento de la tierra en relación a las del agua, si alguna vez corrieron descalzos por la playa hacia el agua, en una tarde caliente y soleada. Probablemente recuerden lo caliente que estaba la tierra y lo fría y refrescante que estaba el agua. Si permanecieron en la playa hasta después del atardecer y caminaron descalzos por la playa hacia el agua, quizás recuerden que, a esta hora del día, la playa es la que se siente fría, mientras que el

agua se siente caliente. Los alumnos pueden estudiar esta diferencia entre la tierra y el agua con un simple experimento.

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

Llene un balde con tierra hasta una profundidad de aproximadamente 15 cm. Llene el otro balde hasta la misma profundidad con agua fría (de un grifo exterior). Coloque ambos baldes al sol. Sobre cada balde suspenda un termómetro a un centímetro por encima, un centímetro por debajo y a 8 centímetros por debajo de la superficie. Intente colocar el termómetro de manera que la luz del sol no le dé directamente al bulbo o al tubo de cristal. Deje que pase un rato hasta que las temperaturas se estabilicen. Registre las primeras lecturas del termómetro.

Lea la temperatura de cada termómetro a intervalos de 2 minutos durante 20 minutos. Luego lea las temperaturas cada una, dos y tres horas.

Preguntas Para Discutir

¿La temperatura del suelo que está un centímetro por debajo de la superficie es más cálida que cuando los estudiantes colocaron los baldes tres horas antes? ¿La superficie del agua está más caliente ahora que hace tres horas? ¿Por qué?

¿Cuál de las lecturas de temperatura es mayor a una profundidad de 8 cm, la del suelo o la del agua? ¿Qué conclusiones pueden sacar los alumnos de este experimento?

Lo que sus alumnos deben haber descubierto es que la superficie del suelo estaba mucho más caliente a un centímetro que la del agua a un centímetro. Por otra parte, el agua estaba más caliente a una profundidad de 8 cm al cabo de tres horas, que el suelo a la misma profundidad. Las temperaturas a un centímetro por encima de la superficie deben ser más elevadas para el suelo que para el agua.

Las moléculas del agua líquida se mueven con mayor libertad que las que componen el suelo. Por lo tanto, el agua puede distribuir el calor a

través de un volumen mayor que lo que puede hacer el suelo. Esta es la razón por la que, al cabo de tres horas al sol, el balde de agua está más caliente a una profundidad de 8 cm que el suelo. Después del atardecer, el calor absorbido por el suelo rápidamente se escapa hacia la atmósfera, por lo que el suelo se enfría velozmente. Sin embargo, aunque el agua se calienta más despacio que el suelo, una vez que se ha calentado se demora más en enfriarse. Si los alumnos desean repetir la medición varias horas después del atardecer, se encontrarán que la temperatura del agua a un centímetro de profundidad es más elevada que la del suelo a la misma profundidad.



Observación de Nubes



Propósito

Seguir el rastro de las nubes y el clima y empezar a comprender la conexión entre las dos

Visión General

Los estudiantes observan las nubes por un periodo de cinco días y correlacionan sus observaciones con el clima.

Tiempo

Diez minutos diarios durante cinco días y tal vez una media hora más de clase para discusiones

Nivel

Todos

Conceptos Claves

La relación entre las nubes y los cambios en las nubes con el clima

Destrezas

Observación sistemática durante un período de cinco días

Correlación de un fenómeno observado con otro

Materiales y Herramientas

Los Cuadernos de Ciencias GLOBE y la Carta de Nubes

Preparación

Dividir a los estudiantes en grupos pequeños de trabajo. Discutir con ellos cómo van a registrar las observaciones en sus Cuadernos de Ciencias GLOBE.

Prerequisitos

Ninguno



Qué Hacer y Cómo Hacerlo

Durante un período de cinco días, los estudiantes deben observar cuidadosamente las nubes y escribir lo que vean. Si aun no conocen los nombres de las nubes, pueden describir su apariencia. Lo mejor es que puedan revisar el cielo tres veces diarias: una en la mañana (camino a la escuela); otra temprano en la tarde (a la hora del almuerzo) y otra al caer la tarde o en la noche (quizás al retornar a casa desde la escuela). Las horas exactas de cada observación no son tan importantes, aunque ayudarían si las observaciones se realizan más o menos a la misma hora cada día. (Por ejemplo, las observaciones de la mañana se deben realizar alrededor de las 8:00 a.m., y no a las 7:00 a.m. un día y a las 10:00 a.m. otro. Lo mismo se aplica para las lecturas del mediodía y de la noche).

Al final de cada día los estudiantes también deben registrar el tiempo de ese día. ¿Era una mañana lluviosa y una tarde despejada? ¿Nevó todo el día?

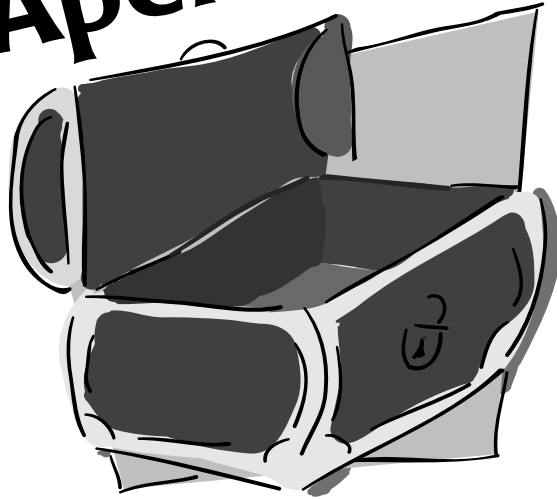
¿Estuvo en calma y húmedo? Los alumnos no necesitan cuantificar sus reportes del tiempo (es decir, no tienen que escribir “21 milímetros de lluvia”, o “79% de humedad relativa”), pero sí deben describir el clima lo más clara y completamente que puedan.

Conforme los estudiantes van registrando sus observaciones de las nubes y el tiempo, podrán buscar patrones. Por ejemplo, ¿las nubes cirros (delgadas y tenues) de la mañana van por lo general seguidas de tormentas de truenos en la tarde? ¿Las nubes pequeñas y esponjosas (cúmulos) van asociadas a la precipitación?

Al cabo de una semana de haber registrado las nubes y el tiempo, pida a los estudiantes que utilicen sus observaciones para predecir el tiempo para el día siguiente. Pídales que expliquen por qué hacen esos pronósticos. Pídales también que sigan el rastro de lo bien que predicen el tiempo. ¿Quizás podrían desarrollar un nuevo respeto hacia lo difícil que es el pronóstico del tiempo!



Apéndice



Hoja de Trabajo de Datos

Observación del Tipo de Nubes

Glosario

*Hojas de Ingreso de Datos en la Web de
GLOBE*

Investigación Atmosférica

Hoja de Trabajo de Datos

Nombre de la Escuela _____

Nombres de los Observadores _____

Método de medición utilizado en el pH: papel lápiz medidor

	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Fecha							
Hora (Hora Universal)							
Nombres de los observadores							

Tipo de Nubes (Marque todos los tipos que haya observado)

Cirros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cirrocúmulus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cirroestratos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Altoestratos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Altocúmulos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estratos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estratocúmulos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nimboestratos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cúmulos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cúmulonimbos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Cobertura de Nubes (Marque uno)

Despejada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dispersa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fragmentada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nublada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Precipitación

Número de días que la lluvia se ha acumulado							
Agua lluvia en el pluviómetro (mm)*							

* Recuerde:

Registre 0,0 cuando no haya habido lluvia ni nieve

Registre M si se ha perdido la medición o si falta la de ese día

Registre T para la cantidad que queda como huella de lluvia (menos de 0,5 mm) o nieve (muy poco como para medir)

Hoja de Trabajo de Datos de la Investigación de la Atmósfera (Continuación)

	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Fecha							
Hora(Hora universal)							
Nombres de los observadores							

Precipitación de Nieve

Profundidad total de la nieve en el piso (mm)							
Número de días que se ha acumulado la nieve en el medidor de nieve (mm)							
Profundidad de la nueva nieve en el recogedor de nieve: (mm)*							
Líquido diario equivalente a la nieve nueva (mm)							

pH de la Precipitación

pH de la lluvia o de la nieve derretida							
---	--	--	--	--	--	--	--

Temperaturas Máximas, Mínimas y Actuales

Temperatura corriente del aire: (en grados C)							
Temperatura diaria máxima del aire: (en grados C)							
Temperatura diaria mínima del aire: (en grados C)							

Notas: (condiciones inusuales)

*** Recuerde:**

Registre 0,0 cuando no haya habido lluvia ni nieve

Registre M si se ha perdido la medición o si falta la de ese día

Registre T para la cantidad que queda como huella de lluvia (menos de 0,5 mm) o nieve (muy poco como para medir)



Observación del Tipo de Nubes

Existen cinco términos que describen los distintos tipos de nubes:

CIRRO o nubes altas

ALTO o nubes medias

CÚMULOS o nubes blancas y esponjosas

ESTRATOS o nubes en capas

NIMBOS o nubes desde la que está cayendo precipitación

Los siguientes diez tipos de nubes han sido denominados según los términos arriba mencionados, y se deben usar al reportar el tipo de nubes de su zona:



Nubes Altas

Cirros

Estas nubes lucen como plumas blancas y delicadas. Normalmente tienen formas blancas y delgadas y contienen cristales de hielo.



Cirrocúmulos

Estas nubes son finas capas blancas con una textura que les hace lucir como parches de algodón o rizos sin sombra. Contienen principalmente cristales de hielo y tal vez algunas gotas de agua muy fría.



Cirroestratos

Estas nubes tienen la apariencia de una capa delgada, casi transparente y blancuzca, compuesta de cristales de hielo. Pueden cubrir el cielo total o parcialmente y pueden crear una especie de halo alrededor del sol.



Nubes Medias

Altoestratos

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



Altocúmulos

Estas nubes parecen olas del mar con colores y sombras blancas y grises. Contienen principalmente gotas de agua y quizás algunos cristales de hielo.



Nubes Bajas

Estratos

Estas nubes son grises y están muy cerca de la superficie de la Tierra. Normalmente lucen como una hoja delgada pero a veces se las encuentra en forma de parches. Rara vez producen precipitación.



Estratocúmulos

Estas nubes son de color blancuzco o gris. Las bases de estas nubes tienden a ser más redondas que planas y se pueden formar a partir de viejas nubes estratos o de nubes cúmulos que se están dispersando. Sus partes superiores también tienden a ser más bien planas.



Nimboestratos

Se trata de una capa de nube muy oscura y de color gris que bloquea la luz del sol. Es masiva y presenta una continua caída de precipitación.



Cúmulos

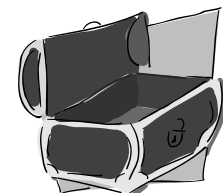
Estas nubes tienen una base plana y una cresta densa y redondeada que la hace parecerse a una coliflor. Cuando la luz del sol las golpea se tornan de color blanco brillante. La base tiende a ser de color gris oscuro y generalmente no producen precipitación.



Cúmulonimbos

Son nubes grandes, pesadas y densas. Por lo general tienen una superficie plana y oscura con crestas muy altas y grandes, como una montaña masiva o un yunque. Estas nubes normalmente están asociadas a los rayos, truenos y a veces incluso granizo. También pueden producir tornados.

Glosario



Aerosoles

El líquido o las partículas sólidas dispersas o suspendidas en el aire. Este término no se usa para la lluvia o para gotas de nubes ni tampoco para los cristales de hielo.

Cobertura de nubes

Se refiere a la cantidad (en décimas partes) de cielo que está cubierto de nubes.

Equivalente de agua

El líquido contenido en una muestra de precipitación sólida. Viene determinado por la muestra derretida y la medición de la cantidad de agua que resulta.

Lluvia ácida

Es la lluvia o nieve, cuyo pH es menor que 5.6, que es el valor que ocurre de manera natural en la lluvia o en la nieve en equilibrio con el dióxido de carbono en el aire.

Mediodía solar local

El mediodía solar se utiliza en esta “Guía del Maestro” como la hora en la que parece que el sol ha alcanzado su punto más alto en el cielo durante el día. Ocurre en la mitad entre el amanecer y el atardecer.

Meniscos

Es la superficie curva de un líquido encerrado en un tubo estrecho, debido a la adhesión del líquido a la superficie interior del tubo.

Nube

Una forma visible de agua condensada en la atmósfera. Pueden incluir gotas de agua y cristales de hielo. Además, las nubes pueden contener aerosoles o partículas sólidas como las que hay en el humo o el polvo.

Nubes altas

Estas nubes, que se encuentran por encima de los 6.000 metros, se componen principalmente de cristales de hielo.

Nubes bajas

Las nubes bajas, que se encuentran bajo los 2.000 m contienen agua en su mayoría, pero también pueden estar formadas por nieve y partículas de hielo.

Nubes medianas

Estas nubes se componen en su mayoría de agua líquida. La base de estas nubes puede variar en altura de 2.000 a 6.000 metros.

Precipitación

Se refiere a todas las formas de partículas de agua líquida o sólida que caen de la atmósfera y alcanzan la superficie de la Tierra.

Precipitación líquida

Incluye la lluvia y llovizna.

Precipitación sólida

Incluye la nieve, trozos de hielo, granizo, cristales de hielo y, para el propósito de las mediciones de la precipitación, la lluvia congelada.

Temperatura actual

Es la temperatura en el momento en que se lee el termómetro.

Temperatura del aire

La medida del grado de calor o frío del aire.

Temperatura máxima

La temperatura más alta que se haya registrado desde la temperatura anterior y la reprogramación del termómetro.

Temperatura mínima

Es la temperatura menor que se ha registrado desde la última lectura y reprogramación del termómetro.

Investigación de la Atmósfera



Hoja de Ingreso de Datos del Sitio de Estudio de la Atmósfera

Nombre de la Escuela


Hora de la Medición:

Año: Mes: Día: Hora: TU

Tiempo Actual: 1997, junio 18, 20 TU

Nombre del lugar de estudio:

Cree un nombre único que describa la localización de su lugar de estudio.

Por favor provea toda la información que pueda de lo que sigue adelante. Cuando usted obtenga información adicional haga un "click" en el botón de "Entry"  (Ingreso de Datos) y vaya a "Edit a Study Site".

Fuente de datos: GPS Otra

Latitud: grados min Norte Sur de la línea ecuatorial
(Ingrese los datos en el formato 56 grados, 12,84 minutos y marque si es Norte o Sur)

Longitud: grados min Este Oeste del meridiano principal
(Ingrese los datos en el formato 102 grados 43,90 min y marque si está al Este o al Oeste)

Elevación: metros

Distancia del Sitio en relación al Edificio o Árbol más Cercanos: metros

Altura del Edificio o Árbol más Cercano: metros

Cobertura de la Superficie del Sitio: pavimento suelo desnudo hierba corta (< 10 cm) hierba larga (> 10 cm)

Ingrese el Código del Nivel MUC más detallado:

Ingrese el Nombre del MUC:



NOAA/Forecast Systems Laboratory, Boulder, Colorado

Investigación de la Atmósfera

Hoja de Ingreso de Datos
de la Atmósfera



Nombre de la Escuela:

Hora de Medición:

Año: Mes: Día: Hora: TU

Hora Actual: 1997, junio 19, 16 UT

Localización del Sitio de Estudio:

Ingrese los datos que han sido medidos únicamente a la misma hora y en la misma ubicación del Sitio de Estudio.

Observaciones de Nubes:

Cobertura de Nubes:

Clara Dispersa Fragmentada Cubierta

Tipos de Nube (s):

Altas: Cirros Cirrocúmulos Cirroestratos

Medias: Altoestratos Altocúmulos

Bajas: Cúmulos Nimboestratos Estratos Estratocúmulos Cúmulonimbos

Comentarios:

Temperatura del Aire:

Temperatura actual del aire: grados Celsius

Temperatura diaria máxima del aire: grados Celsius

Temperatura diaria mínima del aire: grados Celsius

Comentarios:

Precipitación:

Ingrese la Precipitación Líquida o la Sólida

Ingrese T para trazas ó M para datos faltantes

PRECIPITACION LIQUIDA:

Cantidad de lluvia: mm durante día(s)

pH de la lluvia: medido con:

Comentarios:

PRECIPITACION SOLIDA:

Acumulación Total de Nieve: mm

Acumulación Diaria de Nieve: mm durante día(s)

Líquido Equivalente: mm

pH de la Nieve: medido con

Comentarios:



NOAA/Forecast Systems Laboratory, Boulder, Colorado

Investigación de la Atmósfera

Observaciones de Nubes

Hoja de Ingreso de Datos



Nombre de la Escuela

Hora de Medición:

Año: Mes: Día: Hora: TU

Tiempo Actual: 1997, junio 18, 20 UT

Ubicación del Lugar de Estudio:

COBERTURA DE NUBES:

Clara Dispersa Fragmentada Cubierta

TIPOS DE NUBES:

Nubes Bajas:

Cúmulos



Nimboestratos



Estratos



Estratocúmulos

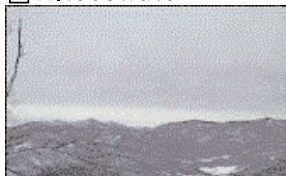


Cúmulonimbos



Nubes Medias:

Altoestrato



Altocúmulos



Nubes Altas:

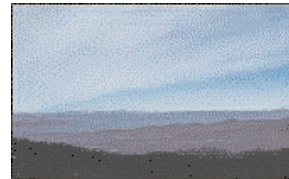
Cirros



Cirrocúmulos



Cirroestratos



Comentarios:



NOAA/Forecast Systems Laboratory, Boulder, Colorado