

Protocolo de Humedad Relativa



Objetivo General

Medir la humedad relativa en un Sitio de Estudio de Atmósfera.

Visión General

Psicrómetro Giratorio: El alumnado comprobará que el bulbo de uno de los dos termómetros del psicrómetro giratorio se moja con agua, mientras leen la temperatura del bulbo seco en el otro termómetro. Después, giran el termómetro durante unos 3 minutos y leen la temperatura del bulbo húmedo. La humedad relativa se determina a partir de las lecturas del bulbo húmedo y seco usando una tabla o una calculadora.

Higrómetro Digital: El alumnado coloca el higrómetro digital en la caseta meteorológica y regresa para leer el valor después de, al menos, 30 minutos.

Objetivos Didácticos

Los estudiantes aprenden a cuantificar la humedad y que hay un límite en la cantidad de vapor de agua que el aire puede contener.

Los estudiantes ganan comprensión acerca de por qué se forman las gotas de lluvia y los copos de nieve, y por qué se produce la precipitación.

Conceptos Científicos

Ciencias de la Tierra y del Espacio

El tiempo se puede describir mediante mediciones cuantitativas.

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

El tiempo varía a escala local, regional y global.

El vapor de agua contenido en la atmósfera está limitado por la temperatura y la presión.

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

La precipitación se produce por la condensación del vapor de agua de la atmósfera.

La condensación y la evaporación influyen sobre el balance energético de la atmósfera.

Ciencias Físicas

Existen diferentes estados de agregación de la materia.

Geografía

El vapor de agua en la atmósfera influye en las

características del sistema físico y geográfico.

Habilidades de Investigación Científica

Usar un higrómetro o un psicrómetro giratorio para medir la humedad relativa.

Usar un termómetro para medir la temperatura.

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y dirigir investigaciones científicas.

Usar las matemáticas apropiadas para analizar los datos.

Desarrollar descripciones y explicaciones a partir de los resultados.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir procedimientos y explicaciones.

Tiempo

5 minutos (higrómetro digital)

10 minutos (psicrómetro giratorio)

Nivel

Todos

Frecuencia

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

Materiales y herramientas

Higrómetro digital

Caseta meteorológica

Reloj

Hoja de Datos de Investigación de la Atmósfera

Psicrómetro giratorio

Caseta meteorológica

Termómetro de calibración

Tabla psicrométrica

Botella de agua destilada

Requisitos Previos

Ninguno

Protocolo de Humedad Relativa – Introducción

La atmósfera está compuesta por una mezcla de gases, uno de los cuales es vapor de agua. El vapor de agua pasa a la atmósfera a partir de la evaporación y la transpiración, y se elimina cuando se condensa o precipita. La *humedad* es la cantidad de vapor de agua presente en la atmósfera. La *humedad relativa (HR)* hace referencia a esta cantidad en relación con la cantidad de vapor de agua en la atmósfera cuando el aire está *saturado*.

El aire está saturado cuando la forma líquida y gaseosa del agua están en equilibrio a una temperatura dada. En saturación, la humedad relativa es 100%. Cuando la humedad relativa supera el 100%, el aire está *sobresaturado* y el vapor de agua se condensará o congelará para formar gotas de agua líquida o cristales de hielo.

$$HR = \frac{\text{cantidad de vapor de agua en el aire}}{\text{Cantidad de vapor de agua en el aire en saturación}}$$

La cantidad de vapor de agua que puede estar presente en el aire en saturación depende de la temperatura del aire. La cantidad de vapor de agua que puede existir en el aire en saturación aumenta con el aumento de temperatura. La Tabla AT-HR-1 muestra la relación entre la temperatura, la saturación y la humedad relativa. A partir de este ejemplo se puede ver que la temperatura cambia la humedad relativa aún cuando la cantidad de vapor de agua en el aire continúe igual.

Tabla AT-HR-1

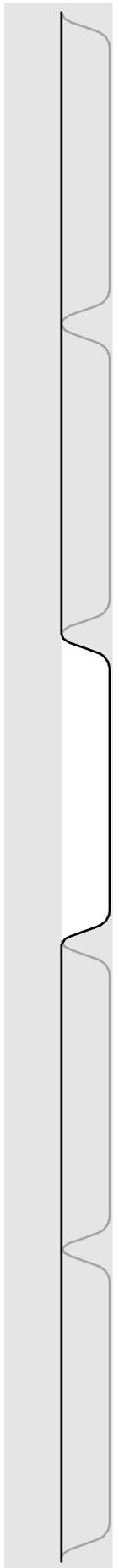
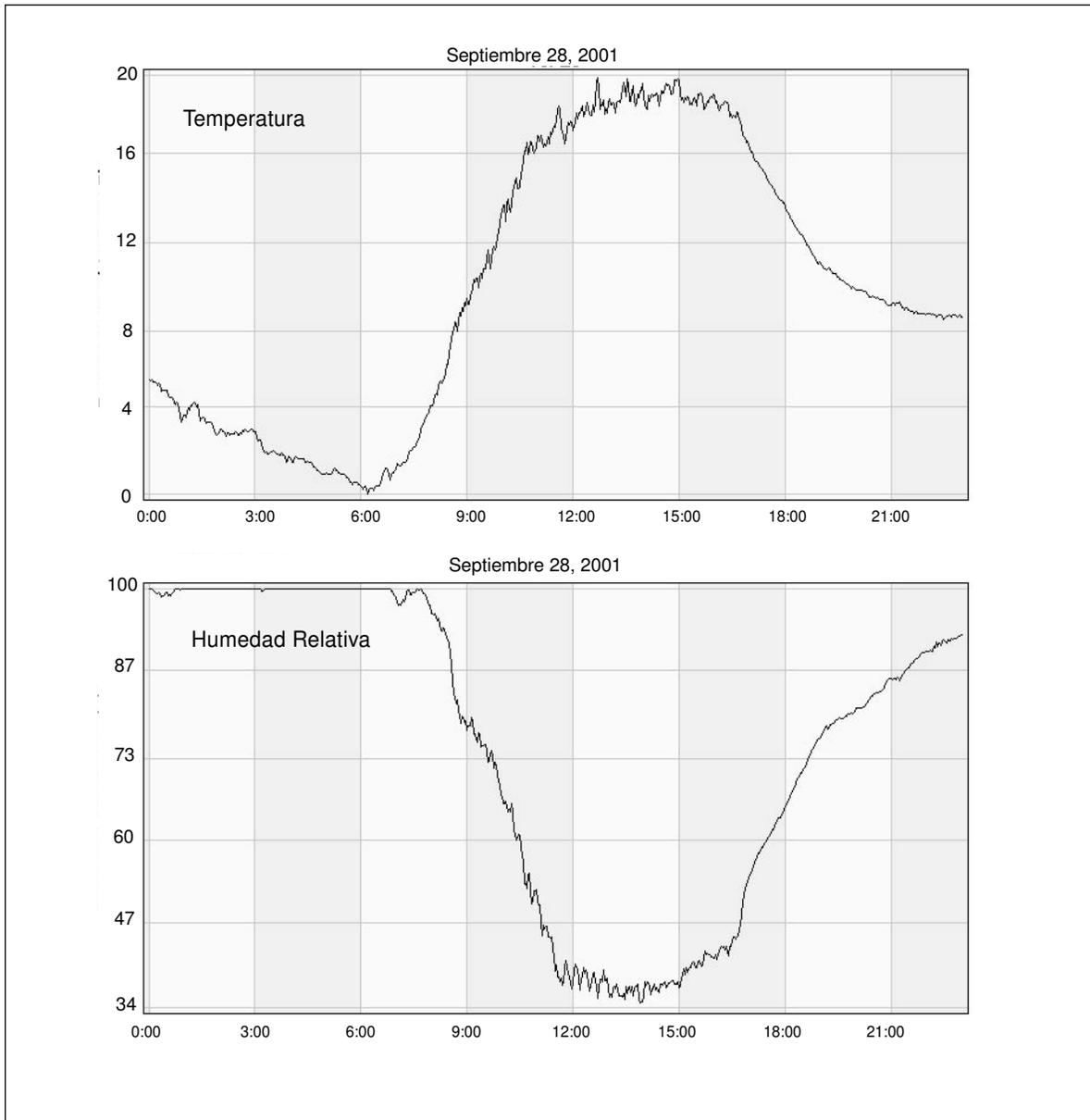
Temperatura del aire (°C)	Vapor de agua presente en el aire (g/m ³)	Vapor de agua presente en saturación (g/m ³)	Humedad relativa
30	9	30	9 / 30 * 100 = 30%
20	9	17	9 / 17 * 100 = 53%
10	9	9	9 / 9 * 100 = 100%

En un día tranquilo y despejado, la temperatura del aire tiende a aumentar desde el amanecer hasta la media tarde y después a disminuir hasta el siguiente amanecer. Si la cantidad de humedad en el aire permanece prácticamente constante durante el curso del día, la humedad relativa variará inversamente con la temperatura. Es decir, la humedad relativa disminuirá desde la mañana hasta la tarde, y aumentará de nuevo al anochecer. Ver Figura AT-HR-1.

El vapor de agua en la atmósfera es una parte importante del ciclo hidrológico, y realizar mediciones de humedad relativa ayuda a comprender la rapidez con la que el agua pasa de la superficie de la Tierra a la atmósfera y de nuevo a la superficie. Midiendo el vapor de agua en la atmósfera, el clima de un lugar determinado se puede clasificar como árido (seco) o húmedo. La humedad relativa influye en la formación de las nubes y la precipitación, por ello conocer la cantidad de agua presente en la atmósfera es importante para determinar el tiempo y el clima de una zona.

La humedad relativa también influye en el calentamiento y el enfriamiento del aire. Dado que el agua tiene un *calor específico* muy superior al del aire, pequeñas cantidades de vapor de agua pueden provocar cambios considerables en la velocidad con la que una masa de aire cambia su temperatura. Esto explica el rápido enfriamiento por la noche en el desierto, donde la humedad relativa es baja, y el enfriamiento relativamente lento durante la noche en zonas más húmedas.

Figura AT-HR-1



Apoyo al Profesorado

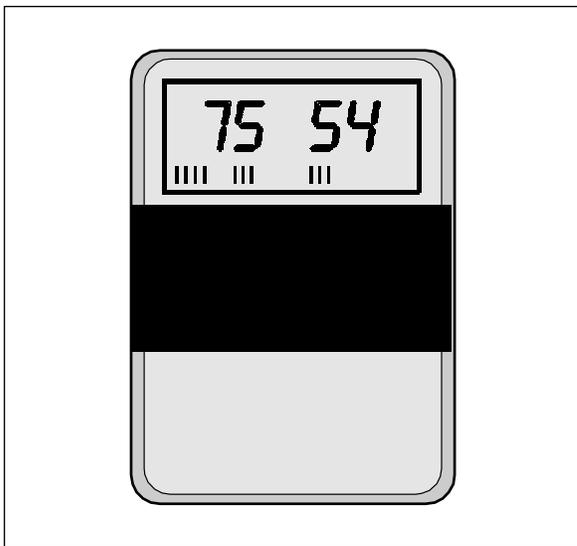
Higrómetro Digital

El higrómetro es un instrumento meteorológico con una larga historia. Los higrómetros iniciales usaban cabellos humanos u otros, los cuales, se envuelven o recogen, respondiendo sensiblemente a la humedad de la atmósfera (¡quizá alguno de ustedes lo haya experimentado!). Usando compuestos de cerámica o metálicos, los higrómetros digitales que miden la resistencia eléctrica también pueden medir la humedad en un amplio rango, siendo así instrumentos ideales para centros escolares que no pueden salvar las dificultades del uso del psicrómetro giratorio para las observaciones de humedad. Independientemente del instrumento que se utilice, las observaciones de humedad relativa serán útiles para los científicos.

Se debe tener cuidado de evitar la exposición a la condensación. Si se produce condensación o está previsto que se produzca durante el tiempo que el instrumento estará expuesto al ambiente en la caseta meteorológica, no dejarlo fuera. Mejor, enviar una lectura de 100% e introducir como comentarios “se está produciendo condensación” en los metadatos, lo que indicará una deducción, más que una medición, de humedad relativa. En la Figura AT-HR-2 se muestra un ejemplo de higrómetro digital.

La mayoría de los higrómetros digitales no se deben dejar en la caseta meteorológica durante períodos de condensación (lluvia o niebla). Por ello, el instrumento se tendrá que colocar en la caseta al menos 30 minutos antes de que

Figura AT-HR-2: Higrómetro Digital



comiencen las observaciones del mediodía solar local. Si también se está llevando a cabo el protocolo de ozono, un momento oportuno para colocar el higrómetro en la caseta puede ser la hora a la que se expone fuera la tira de ozono (que es una hora antes de hacer la observación de ozono).

Algunos higrómetros tienen posiciones que pueden ser usadas para colocar el instrumento en el techo de la caseta meteorológica. Algunos higrómetros pueden ser sondas que se unen a dispositivos electrónicos externos; en este caso, coloque la sonda en la caseta de tal modo que la parte del sensor no esté en contacto con los lados de la caseta. Después de que el higrómetro haya estado en la caseta al menos 30 minutos, lea el valor de humedad relativa redondeando a la unidad de porcentaje más cercana. Asegúrese de que los indicadores “máx” o “mín” no están iluminados, porque esto indicaría que el instrumento está configurado para mostrar el valor máximo o mínimo, y no el valor real. Introduce la lectura en la *Hoja de Introducción de Datos* a la vez que se envían los datos de las observaciones de nubes, temperatura y precipitación a GLOBE.

No es necesario calibrar el instrumento hasta que el certificado que lo acompaña caduque. Por favor, enviar el aparato a la fábrica para su recalibración en el momento recomendado por el fabricante (generalmente dos años).

Logística de las Mediciones

El higrómetro digital se puede estropear con la condensación. Por esta razón, no se debe dejar en la caseta meteorológica, excepto en lugares y estaciones extremadamente secas. Se debe guardar en el interior en condiciones secas, y dejarse fuera sólo el tiempo suficiente para obtener una buena medición. Si en vuestro centro no se controla la temperatura, guarde el instrumento en un recipiente hermético, como arroz, granos de trigo u otra cosa que absorba fácilmente el agua del aire y mantenga el aire del recipiente seco. No se debe olvidar cambiar la sustancia absorbente periódicamente.

El instrumento requiere algún tiempo (unos 30 minutos) para ajustarse a las condiciones exteriores. Esto presenta un reto logístico. Generalmente las mediciones diarias de temperatura, precipitación y nubes se pueden realizar todas en 15 minutos, de manera que el higrómetro necesitará ser colocado fuera en una visita al sitio de estudio de atmósfera y leído en una visita posterior.

Si se están realizando mediciones de ozono, se tendrá una situación similar, en la que el alumnado irá al sitio de estudio de atmósfera y expondrá la tira de ozono y después volverá al sitio una hora después a leer la tira. Una posibilidad sería colocar el higrómetro en la caseta meteorológica cuando se expone la tira de ozono y leerlo cuando se lea la tira de ozono. Se debe realizar una lectura de la temperatura actual cuando se lee el higrómetro digital y también se requiere para la lectura de la tira de ozono, de manera que esta posibilidad permite una única lectura que sea suficiente para la interpretación de las mediciones de ozono y de humedad relativa. Si llueve, hay niebla o esta es inminente, no se debe sacar el higrómetro. En lugar de ello, envíe una lectura de 100% en la Hoja de Introducción de Datos, e Introducir como comentarios que el aire está saturado, por lo que la humedad relativa se ha deducido.

Guardar el Higrómetro

La observación del higrómetro se puede realizar diariamente, pero si el instrumento no se va a usar durante un largo tiempo (como una semana o más), sería deseable quitar las pilas. Asegúrese siempre de que el instrumento no se deje en la caseta meteorológica o cualquier lugar en el que esté expuesto a condensación, o se pueda mojar.

Psicrómetro Giratorio

El psicrómetro giratorio es un instrumento que consta de dos termómetros unidos a una cubierta resistente, que puede hacerse girar manualmente. En un extremo, el termómetro del “bulbo-seco” mide la temperatura del aire. En el otro, el termómetro del “bulbo húmedo” (con una cuerda unida a la parte inferior del termómetro) se usará para medir la temperatura del aire que se está enfriando por evaporación. Ambos termómetros muestran la temperatura descendiendo desde la parte inferior a la superior. El objeto de la medición es encontrar cuánto enfriamiento o evaporación se puede producir en el momento de la observación. Cuanto mayor sea la diferencia entre la temperatura del bulbo seco y la temperatura del bulbo húmedo, más seco está el aire. A partir de la temperatura del aire y la temperatura del bulbo húmedo, la humedad relativa del aire se puede hallar fácilmente. Generalmente hay una escala para determinar la humedad relativa en el instrumento, o quizá necesites usar la tabla psicométrica que viene con

el psicrómetro giratorio. En la Figura AT-HR-3 se muestra un psicrómetro giratorio estándar.

Antes de usar el psicrómetro giratorio hay que asegurarse de que las columnas de líquido coloreado son continuas, porque estas columnas algunas veces se separan en segmentos al transportarlas. Si hay espacios en la columna de líquido, coger el termómetro por la carcasa, asegurándose de que está en posición vertical, y agitarlo hasta que el líquido forme una columna continua. No se debe presionar el tubo del termómetro, ya que se podría romper. Puede ser necesario golpear suavemente la parte inferior del termómetro contra la palma de la mano también. Cada termómetro debería ser calibrado frente al termómetro de calibración antes de su uso, y una vez cada tres meses.

Preguntas para Investigaciones Posteriores

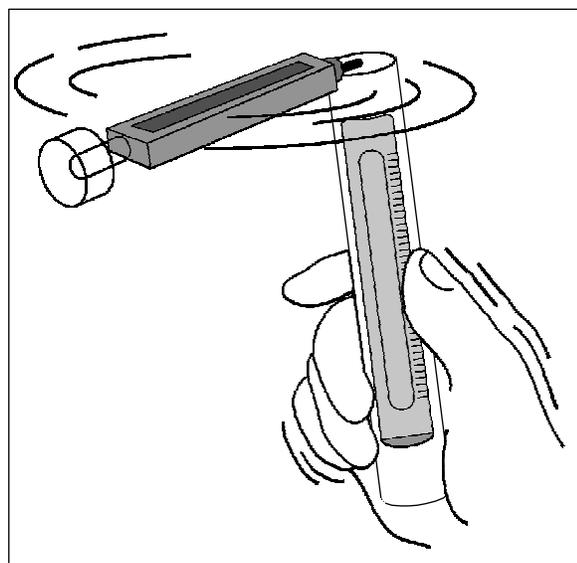
¿Cómo se relacionan las observaciones de humedad relativa con la temperatura del aire?

¿Puede encontrar otros sitios GLOBE a la misma altitud que el suyo, que estén más cercanos o más alejados de grandes cuerpos de agua?

¿Aprecia alguna diferencia sistemática en la humedad relativa entre su zona y las otras?

¿Influye la humedad relativa en algún componente del ambiente local además de la atmósfera? ¿Cómo? ¿A qué hora del día será máxima la humedad relativa normalmente? ¿Y la mínima? ¿Están relacionadas sus mediciones de fenología con la humedad relativa?

Figura AT-HR-3: Psicrómetro Giratorio



Higrómetro Digital

Guía de Campo

Actividad

Hallar la humedad relativa usando un higrómetro digital.

Qué se Necesita

- Higrómetro digital
- Hoja de Datos de Investigación de la Atmósfera u Hoja de Datos de Ozono
- Reloj
- Un termómetro debidamente instalado en la caseta meteorológica

En el Campo

1. Coloque el higrómetro en la caseta meteorológica (a no ser que esté muy seco, ¡no deje el higrómetro en la caseta durante la noche!)
2. Después de, al menos 30 minutos, lea el valor de la humedad relativa y anote el instrumento utilizado.
3. Lea la temperatura actual (si la lectura no se está realizando a la vez que la lectura diaria de temperatura máxima, mínima y actual).
4. Vuelva a llevar el higrómetro al salón de clase, y guárdelo en un lugar seco.

Psicrómetro Giratorio

Guía de Campo

Actividad

Hallar la humedad relativa midiendo las temperaturas de los termómetros de bulbo húmedo y de bulbo seco.

Qué se Necesita

- Psicrómetro giratorio
- Reloj
- Tabla o escala psicrométrica
- *Hoja de Datos de Investigación de la Atmósfera*
u *Hoja de Datos de Ozono*

En el Campo

1. Colóquese suficientemente lejos de otras personas y de la caseta meteorológica, de manera que no los vaya a golpear con el psicrómetro. Sitúese a la sombra, si es posible, con la espalda hacia el sol. Si no hay sombra cerca de la caseta, muévase a un lugar cercano con sombra, pero no demasiado cercano a árboles o edificios.
2. Mantenga el psicrómetro giratorio tan lejos de su cuerpo como sea posible, para evitar que el calor corporal varíe las lecturas de temperatura. Esto es muy importante cuando hace frío. No toque o respire cerca de las partes sensibles a la temperatura del termómetro, ya que esto, también, podría influir en la lectura.
3. Abra la carcasa del psicrómetro giratorio empujando la parte deslizable, que contiene los dos termómetros.
4. Espere tres minutos para dejar que el termómetro lea la temperatura actual del aire y después lea la temperatura actual del bulbo seco redondeando a 0,5°C usando el termómetro sin cuerda. Asegúrese de que sus ojos están a nivel con el instrumento.
5. Anote la temperatura del bulbo seco.
6. Compruebe que hay aún agua destilada en el depósito, y que la cuerda está aún húmeda. Si está seca, añada agua destilada al depósito.
7. Haga girar el psicrómetro durante 3 minutos.
8. ¡Deje que el psicrómetro deje de girar por sí mismo! No lo pare con la mano u otro objeto.
9. Lea la temperatura del bulbo húmedo redondeando a 0,5 °C (en el termómetro con la cuerda).
10. Anote la temperatura del bulbo húmedo.
11. Determine la humedad relativa usando una tabla de psicrómetro o la escala deslizable que se encuentra en la carcasa de algunos psicrómetros. También puede dejar esto en blanco, ya que GLOBE puede calcular la humedad relativa a partir de las temperaturas del bulbo seco y del bulbo húmedo.
12. Cuando haya terminado con el instrumento, ciérrelo y devuélvelo a la caseta adecuadamente.



Preguntas Frecuentes

1. ¿Por qué hay dos métodos diferentes para medir la humedad relativa?

Se utilizan dos métodos para intentar proporcionar una alternativa al profesor y al alumnado, principalmente por el tiempo que se desea emplear en realizar las observaciones. Uno es más complejo (y divertido) que el otro. Las observaciones de cada método son igualmente valiosas para el programa GLOBE y los científicos, en general.

2. ¿Por qué se debe llevar al interior el higrómetro cada día y sacarlo a la caseta meteorológica 30 minutos antes de hacer las observaciones del mediodía solar local?

Los componentes electrónicos sensibles del higrómetro no se deben exponer a la condensación durante largos períodos de tiempo, por lo que es mejor evitar esta situación. Si hay niebla o lluvia persistente durante el momento de la observación, es mejor no sacar el higrómetro fuera, y que el observador envíe una humedad relativa de 100% y además inserte un comentario en los metadatos de que la observación se ha inferido a partir de la condensación visible en el aire (lluvia o niebla).

3. A partir de las definiciones de bulbo húmedo y bulbo seco; ¿cuál es la temperatura del punto de rocío?

La temperatura del punto de rocío es la temperatura a la que el aire se tiene que enfriar el aire para alcanzar la saturación (humedad relativa = 100%) dado su contenido de agua actual. El punto de rocío es una medida del contenido real de vapor de agua. En días sin viento seguidos por noches sin viento, la temperatura disminuirá rápidamente hasta el punto de rocío. Si no se forma rocío, si la temperatura del aire alcanza el punto de rocío, se puede formar niebla. Una vez formados el rocío o la niebla, la temperatura del punto de rocío disminuirá, porque hay menos vapor de agua en el aire.

4. ¿Por qué no se puede utilizar el psicrómetro giratorio por debajo del punto de congelación?

La relación entre la tasa de evaporación y la temperatura es más complicada por debajo del punto de congelación que sobre él, por lo que el psicrómetro no será tan útil. Hay modelos más caros que tienen mayores rangos disponibles, pero superan los presupuestos dedicados por los centros escolares a instrumentos. Se recomienda usar un higrómetro en lugares que tienen frecuentemente temperaturas bajo cero.

5. ¿Son precisas estas lecturas de humedad relativa, en comparación con las que se podrían tomar con instrumentos más caros?

El higrómetro mostrará la humedad relativa con un rango de precisión de 2-4%, dentro del deseable 5%. El psicrómetro giratorio muestra la temperatura con una precisión de aproximadamente 0,5°C, siempre y cuando se mantenga la calibración del termómetro, lo que también asegura una precisión un 5% mejor en cualquier rango común de valores de humedad relativa, entre 20-95%.

Protocolo de Humedad Relativa – Interpretando los Datos

¿Son razonables los datos?

Para saber si los datos de humedad relativa que ha recogidos son razonables, es importante que sepa como serían los valores esperados de humedad relativa.

La humedad relativa es inversamente dependiente de la temperatura. Esto significa que, para una masa de aire determinada, según aumenta la temperatura, la humedad relativa disminuye, siempre que la cantidad de vapor de agua que contiene el aire permanezca constante. Si realiza las observaciones de humedad relativa durante el mediodía solar local, cercanas al momento más cálido del día, se estará midiendo la humedad relativa cuando es probable que esté en su valor mínimo del día.

Cuando la humedad relativa alcanza el 100%, se dice que el aire está *saturado*. Para una temperatura y presión del aire determinadas, cualquier vapor de agua adicional añadido al aire se condensará como gotas de lluvia (o se congelará como partículas de hielo si el aire está suficientemente frío). Para que se formen nubes, el aire debe estar saturado.

La temperatura del punto de rocío es otra medida de humedad. El punto de rocío es la temperatura a la que se empieza a producir la condensación para aire con una determinada cantidad de agua y a una determinada presión. Mientras la humedad relativa cambia con la temperatura, el punto de rocío permanece constante porque el contenido en vapor de agua no está variando. Cuando se mire la temperatura del punto de rocío, recuerde que siempre debe ser inferior a la temperatura del aire, a no ser que el aire esté saturado, en cuyo caso serían iguales. Si se mide la humedad relativa varias veces durante el mismo día, la temperatura del punto de rocío debería permanecer constante a no ser que un frente meteorológico haya atravesado la zona.

La determinación de la temperatura del punto de rocío a partir de la temperatura del aire y de la humedad relativa es un cálculo complicado que el servidor GLOBE hará automáticamente para usted de manera que se puedan examinar visualizaciones y tablas de temperaturas del punto de rocío.

Estos puntos se muestran en la Figura AT-HR-4, que muestra valores horarios de temperatura del

aire, temperatura del punto de rocío y humedad relativa para un período de tres días en Tallahassee, Florida, EEUU. La escala de temperatura se muestra en el eje izquierdo.

Estos datos fueron recogidos usando un registrador de datos y una estación meteorológica automatizada en la Universidad Estatal de Florida, un centro GLOBE. El mediodía solar local en Tallahassee es cercano a las 1800 UTC cada día (cerca de la hora de máxima temperatura). Fíjese en que la temperatura (mostrada en rojo) tiene un valor máximo ligeramente superior al del día anterior, y que en cada caso, corresponde a la misma hora a la que la humedad relativa (mostrada en verde) es máxima. La humedad relativa es máxima a principios de la mañana (cerca de las 1200 UTC), cuando la temperatura es mínima. Observe como la temperatura del punto de rocío (mostrada en azul) y la temperatura del aire están muy cercanas a esta hora. Estas observaciones indican que los datos parecen ser razonables.

Los datos de humedad relativa se deben dar siempre como porcentaje entre 0 y 100%. La temperatura del punto de rocío debería ser siempre inferior o igual a las observaciones de temperatura actual y lo que es más importante, a no ser que las observaciones se hayan tomado durante episodios de niebla o lluvia, la humedad relativa debe ser inferior al 100%.

¿Qué buscan los científicos en los datos?

Los científicos observan las tendencias en la humedad relativa a lo largo de diferentes períodos de tiempo. Por ejemplo, los cambios durante un día pueden deberse a brumas marinas en zonas costeras. En GLOBE, la humedad relativa se toma generalmente una vez al día, cerca del mediodía solar local. De esta manera, con los datos GLOBE los científicos examinan las tendencias en la humedad relativa durante un período de tiempo

Los científicos usan los cambios en la humedad relativa para pronosticar el tiempo. Por ejemplo, pueden observar la temperatura, la humedad relativa y el punto de rocío para pronosticar la probabilidad de precipitaciones en un día determinado. En la Figura AT-HR-4, se observa que el valor de humedad relativa al mediodía solar local aumentó un poquito cada día. Esto indica un humedecimiento gradual del ambiente. Esa observación se muestra más claramente mediante los valores de temperatura del punto de rocío que tienen una tendencia al alza

durante el período. Observe que, a diferencia de la temperatura y de la humedad relativa, la temperatura del punto de rocío no presenta un ciclo diurno marcado.

La Figura AT-HR-5 muestra un gráfico de los datos de temperatura y humedad relativa del Colegio Norfolk en Arkansas, EEUU. Estos datos varían considerablemente de un día para otro. Intentemos comprender mejor los datos primero fijándonos en los ejes. En el eje de abscisas, eje de las X, el tiempo comienza el 1 octubre del 2000 y finaliza en septiembre del 2001, de manera que aproximadamente se ha representado un año de datos. Hay datos disponibles de cada día, faltando pocas observaciones; ¡incluso los fines de semana están incluidos! Ahora observe las ordenadas, o eje y (hay dos). En la izquierda se observa una escala para la temperatura, y a la derecha la escala de humedad relativa.

Es difícil apreciar aquí la relación entre temperatura y humedad relativa, antes descrita, pero se pueden suavizar los datos para mostrar la relación. La siguiente figura (AT-HR-6) muestra un gráfico suavizado usando las medias de los datos de 5 días consecutivos. Para calcular esta media, se halla el promedio de los valores de hoy, de los dos días anteriores y de los dos días siguientes.

Ahora la relación se puede apreciar más claramente. En invierno, con temperaturas frías a mediodía, la humedad relativa es generalmente superior al 60%, pero en verano la humedad relativa raramente supera el 60%. Esto también se puede usar para comprobar la consistencia, que ayude a asegurar que los datos son razonables. Estas observaciones también se pueden usar para comprobar la influencia de la temperatura en la humedad relativa, cuando el contenido de vapor de agua no cambia demasiado.

También se puede observar la progresión de la temperatura a lo largo del año, con las temperaturas más frías en diciembre y enero. Observe cómo la humedad relativa está próxima al máximo en muchos de estos días de invierno. Por supuesto, puede haber días secos durante los meses de invierno también, y los científicos se basan en la monitorización de la humedad relativa para clasificar las masas de aire. Estas identificaciones de masas de aire ayudan a los meteorólogos a identificar y seguir sistemas de frentes para proporcionar pronósticos del tiempo útiles.

Los climatólogos también utilizan la humedad relativa para clasificar climas de varias zonas.

Uno de los principales reguladores del clima que los científicos reconocen es la proximidad de una zona a un gran cuerpo de agua, como un mar o un océano. Observemos los datos de humedad de dos centros GLOBE para comprobar si se reconoce esta relación. Se utilizará la temperatura del punto de rocío en lugar de la humedad relativa aquí, para comprobar únicamente la influencia del contenido en vapor de agua. La humedad relativa, recuerde, incluya tanto el efecto del vapor de agua como el de la temperatura.

La Figura AT-HR-7 muestra las observaciones de dos centros en Europa, el Instituto Técnico Industrial Fermi, en Nápoles, Italia, y el colegio Hermann Lietz Haubinda en Alemania. Recuerde que la temperatura del punto de rocío mostrará sólo el cambio del contenido en vapor de agua en del aire a lo largo del tiempo. El gráfico muestra las observaciones correspondientes a 3 meses del invierno del 2001 (enero a marzo), y para cada día en que se realizaron mediciones en estos dos centros, se puede observar cómo la temperatura del punto de rocío en Nápoles, ubicado en el Mar Mediterráneo, era muy superior que el punto de rocío en Haubinda, situado en el interior.

Aunque la altitud, la latitud y el movimiento del aire (el otro regulador importante del clima) pueden ayudar a explicar algunas de estas diferencias, la proximidad de una estación a grandes cuerpos de agua desempeñará un papel importante, en general, debido a la gran cantidad de evaporación que se produce en las regiones costeras. Un proyecto útil para centros costeros GLOBE es comparar los valores del punto de rocío calculados a partir de sus datos con los de otros centros que se encuentren aproximadamente a la misma altitud y latitud, pero hacia el interior y alejados de un cuerpo de agua. ¿Es similar la relación?

Es interesante ver la relación entre humedad relativa y otras variables meteorológicas. Naturalmente, al aumentar la evaporación la humedad relativa aumenta. Así, se puede esperar que exista relación con la cobertura de nubes, dado que las nubes requieren una humedad relativa a su altitud del 100%. Nosotros medimos la humedad relativa cerca del suelo, no en la base de la nube, pero, en general, la humedad relativa aumenta con la altitud hasta

Figura AT-HR-4

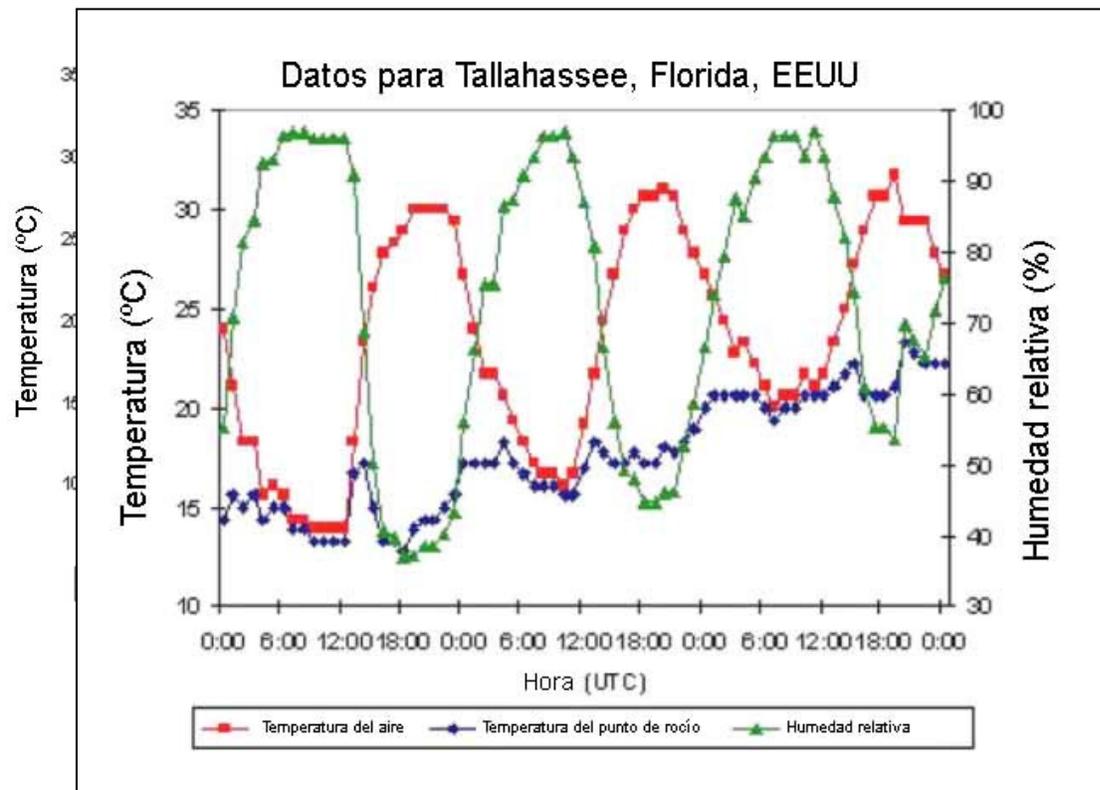


Figura AT-HR-5

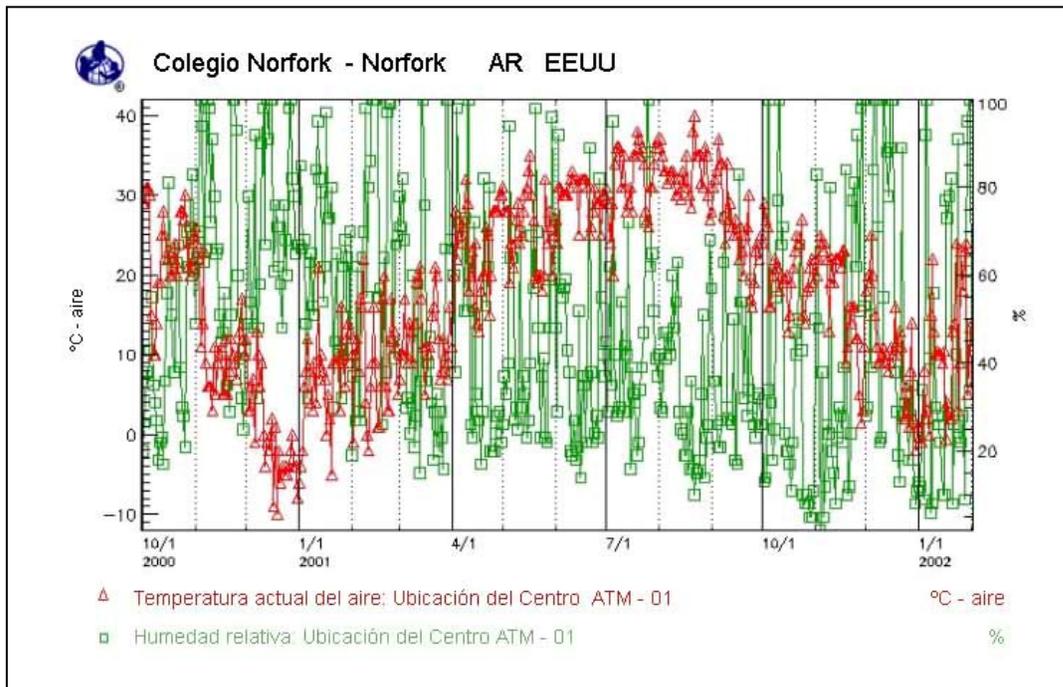


Figura AT-HR-6

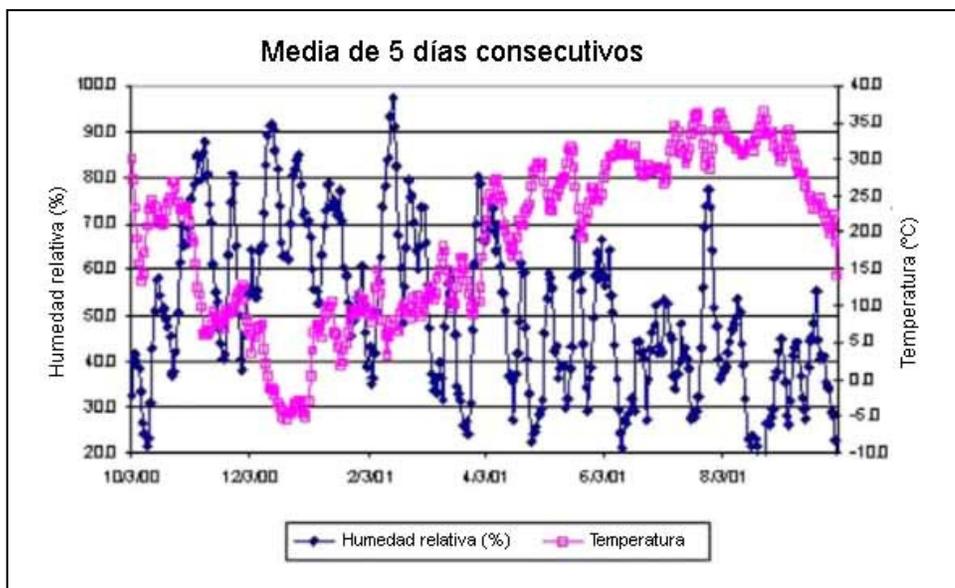


Figura AT-HR-7

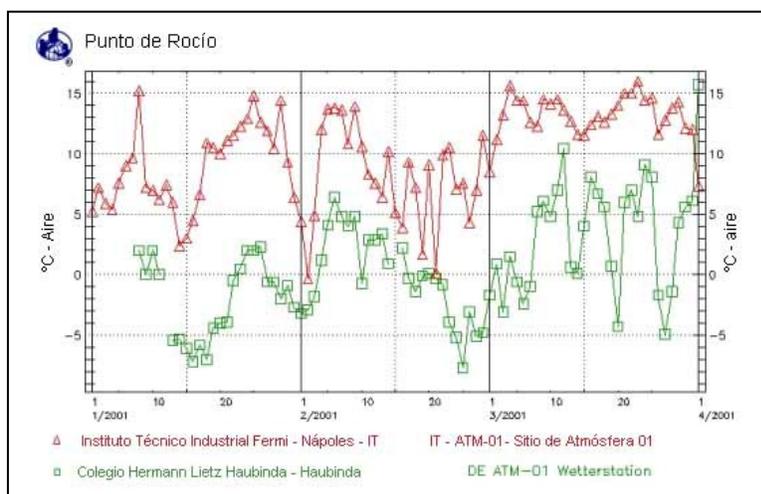
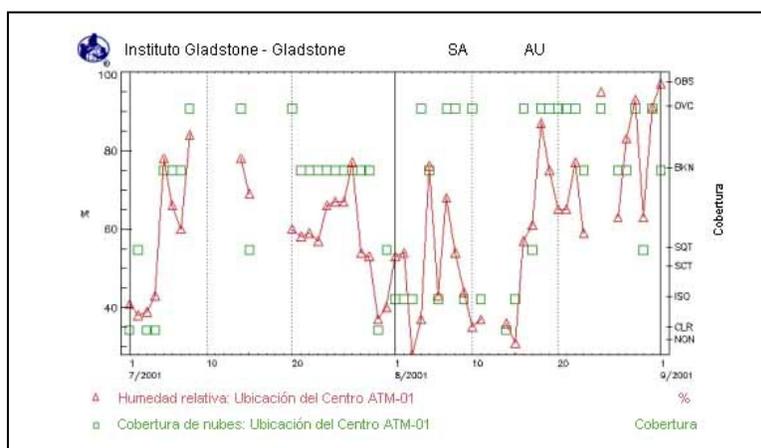


Figura AT-HR-8



un 100% en la base de las nubes. Esto es válido para nubes bajas, en particular. La Figura AT-HR-8 muestra la humedad relativa y la cobertura de nubes del Instituto Gladstone High en el sur de Australia para julio y agosto del 2001 (durante el invierno). Observe que en este gráfico se muestra la humedad relativa en rojo con tramos de líneas unidas, y que la cobertura de nubes se indica mediante un cuadrado individual para la observación de cobertura de nubes de cada día. Hay varios días en los que la humedad relativa es inferior al 50%, y en estos días la cobertura de nubes mostraba un cielo despejado o nubes aisladas. Sólo cuando la humedad relativa es próxima al 60% la cobertura era de nubes dispersas. Hubo cielos rotos y cubiertos sólo cuando la humedad relativa era superior al 50%. La relación no es perfecta, pero para la mayoría de los días está claro que cuando la humedad relativa es alta, es más probable que la cobertura de nubes sea también alta.

Se puede comprobar la hipótesis de que existe una relación entre la cobertura de nubes y la humedad relativa para un centro como Gladstone hallando la media de todos los días para varios tipos de coberturas. Comprobemos la hipótesis de que como media, según aumenta la humedad relativa la cobertura también aumenta. Usando los datos de Gladstone como ejemplo, calcularemos la humedad relativa media para días de cobertura con nubes dispersas y para los días de cobertura con nubes aisladas. Estos cálculos se muestran en el cuadro inferior.

Basándonos en estas limitadas observaciones, nuestra hipótesis ha sido confirmada. En general, los científicos querrían utilizar un número igual de días para comprobar tales pruebas y

comparaciones, asimismo, querrán usar al menos 30 observaciones para cada uno. Podría hacer esto para todas las observaciones de cobertura de nubes y de humedad relativa para comprobar si esta relación se cumple para su zona.

Un Ejemplo de Investigación del Alumnado

Diseñando una Investigación

Heikki, un alumno de Juuan Lukio/Poikolan Koulu en Juuka, Finlandia ha estado realizando mediciones de humedad relativa junto con otros alumnos de su centro. Al estudiar el clima, su profesor mencionó el efecto regulador en la temperatura del aire de grandes cuerpos de agua cercanos. Cuando pregunta cómo sucede esto, su profesor comenta que la evaporación del agua provoca altos niveles de humedad relativa, y que ello supone más energía para calentar o enfriar el aire húmedo que el aire seco.

Heikki decide que esto sería una buena investigación. Se pregunta si los valores de humedad relativa de los centros del interior serán inferiores, como media, a los valores de centros costeros. Después de observar el archivo GLOBE, selecciona tres centros del interior y un centro en la costa. También decide sólo observar los datos de finales de primavera y principios de verano, cuando no hay hielo cubriendo el cuerpo de agua. La Tabla AT-HR-2 muestra los datos que encontró para estos cuatro centros.

Cobertura nubes dispersas

$38 + 68 + 41 + 62 + 64 = 54,6\%$ de humedad relativa media para días con nubes dispersas.

5

Cobertura nubes aisladas

$54 + 55 + 27 + 42 + 43 + 36 + 31 = 41,1\%$ de humedad relativa media para días con nubes aisladas

7

Tabla AT-HR-2. Humedad Relativa de los Centros GLOBE de la Muestra de Heikki

Fecha	Juuka Interior	Ammansaari Interior	Utajarvi Interior	02600 Espoo Costero
5/10/01	32	77	49	39
5/11/01	39	57	39	32
5/12/01	46	57	50	32
5/13/01	68	94	65	48
5/14/01	77	80	42	35
5/15/01	33	78	61	49
5/16/01	30	53	33	33
5/17/01	30	45	38	97
5/18/01	46	98	83	96
5/19/01	56	97	87	83
5/20/01	56	98	89	71
5/21/01	54	85	81	81
5/22/01	41	70	54	39
5/23/01	95	100	74	78
5/24/01	39	65	58	41
5/25/01	39	80	50	46
5/26/01	41	66	49	37
5/27/01	43	74	50	52
5/28/01	51	88	74	38
5/29/01	50	73	63	50
5/30/01	53	52	40	45
5/31/01	32	45	33	38
6/1/01	23	35	29	42
6/2/01	28	33	32	52
6/3/01	—	38	31	58
6/4/01	33	46	70	36
6/5/01	51	88	85	53
6/6/01	25	48	49	38
6/7/01	30	51	44	38
6/8/01	46	60	71	73
6/9/01	57	97	63	97
6/10/01	90	92	84	70
6/11/01	41	62	67	65
6/12/01	72	63	77	96
6/13/01	84	87	89	97
6/14/01	48	92	67	90
6/15/01	32	74	47	56
6/16/01	43	77	63	52
6/17/01	39	67	42	97
6/18/01	49	74	50	63
6/19/01	47	57	41	97
6/20/01	39	44	29	97
6/21/01	85	61	52	97
6/22/01	78	59	64	90
6/23/01	41	35	39	58
6/24/01	29	39	33	46
6/25/01	34	55	34	—
6/26/01	46	57	46	48
6/27/01	39	55	38	66
6/28/01	33	60	37	56
6/29/01	39	53	36	63
6/30/01	37	76	66	65
7/1/01	33	51	58	76
7/2/01	65	85	65	61
7/3/01	41	60	65	47
7/4/01	38	53	49	44
7/5/01	39	99	89	41
7/6/01	35	62	47	58
7/7/01	46	—	56	47
7/8/01	51	70	52	60
7/9/01	41	59	59	48
7/10/01	51	92	63	58
7/11/01	62	89	75	69
7/12/01	54	70	62	60
7/13/01	82	68	65	53
HRMedia	47,3	67,6	56,0	60,0
Días con máxima	2	35	5	21

Recogida y Análisis de Datos

Heikki calcula la humedad relativa media para cada uno de estos centros sumando todos los valores enviados para este período de tiempo desde cada centro y divide la suma por el número de días en los que se han enviado datos. Sus resultados se muestran en la penúltima línea de la Tabla AT-HR-2.

Heikki le pregunta a una alumna más pequeña si podría afirmar que un centro costero tiene una humedad relativa superior a la de los centros del interior. Ella decide comprobar qué centro envió el mayor valor de humedad relativa cada día y contar cuántos días cada centro tuvo el valor más alto. Se da cuenta de que algunos días sólo tres centros enviaron datos, por lo que omite estos días. Sus resultados se muestran en la última línea de la Tabla 1.

Heikki está bastante sorprendido al darse cuenta de que tanto el enfoque de la alumna más pequeña como el suyo muestran que uno de los centros del interior tiene la humedad relativa *más alta* durante este período de tiempo. El centro costero tuvo la segunda humedad relativa más alta.

Heikki concluye que hay claras excepciones a la regla general sobre cómo varía la humedad relativa entre los centros costeros y los centros del interior. Su profesor le pregunta qué más podría hacer para investigar este hecho. Heikki le indica que podría buscar más centros de Finlandia con datos relevantes, buscar grupos de centros interiores y costeros de otros países, o intentar averiguar algo más sobre la geografía del centro que tenía una humedad relativa superior que el centro costero objeto de su estudio.

El profesor destaca que la investigación de Heikki no tiene en cuenta el efecto regulador de la humedad relativa en la temperatura del aire, ni incluye los efectos de la altitud. Deciden que Heikki hará un estudio como parte de un grupo de investigación con varios compañeros de clase. El grupo discute el concepto que van a estudiar, y decide que compararán la diferencia entre la temperatura máxima y mínima del aire de cada día en los que hay datos de humedad

relativa. Dado que las temperaturas máximas y mínimas del aire corresponden a un período de 24 horas que comienza en un día y termina en el siguiente, el grupo decide que harán la comparación de la humedad relativa media de cada dos días. Estas comparaciones de datos se muestran en la Tabla AT-HR-3.

Tabla AT-HR-3

Fecha (2001)	Juuka		Ammansaari		Utajarvi		02600 Espoo	
	HR Media de 2 días (°C)	Amplitud Term. (%)	HR Media de 2 días (°C)	Amplitud Term. (%)	HR Media de 2 días (°C)	Amplitud Term. (%)	HR Media de 2 días (°C)	Amplitud Term. (%)
10-May		17,0		10,5		0,7		
11-May	35,5	9,0	67,0	9,0	44,0	8,8	35,5	15,1
12-May	42,5	5,1	57,0	4,0	44,5	2,2	32,0	18,0
13-May	57,0	5,0	75,5	6,0	57,5	1,5	40,0	8,5
14-May	72,5	5,0	87,0	5,5	53,5		41,5	18,3
15-May	55,0	10,2	79,0	6,0	51,5		42,0	16,6
16-May	31,5	14,9	65,5	10,0	47,0	1,7	41,0	19,9
17-May	30,0	18,1	49,0	14,0	35,5		65,0	12,5
18-May	38,0	8,0	71,5	12,5	60,5	12,2	96,5	10,5
19-May	51,0	5,5	97,5	2,5	85,0	5,1	89,5	8,7
20-May	56,0	5,5	97,5	6,0	88,0	7,0	77,0	7,5
21-May	55,0	9,0	91,5	4,0	85,0	3,6	76,0	5,6
22-May	47,5	4,0	77,5	3,5	67,5	6,9	60,0	14,9
23-May	68,0	10,0	85,0	6,0	64,0	7,4	58,5	16,9
24-May	67,0	9,6	82,5	7,5	66,0	9,0	59,5	12,3
25-May	39,0	7,2	72,5	7,5	54,0	5,8	43,5	9,6
26-May	40,0	6,2	73,0	4,5	49,5	3,5	41,5	15,7
27-May	42,0	8,1	70,0	4,0	49,5	8,5	44,5	14,5
28-May	47,0	9,6	81,0	4,5	62,0	7,8	45,0	12,2
29-May	50,5	4,9	80,5	4,0	68,5	3,4	44,0	8,1
30-May	51,5	6,3	62,5	4,0	51,5	8,9	47,5	12,0
31-May	42,5	12,0	48,5	10,5	36,5	14,0	41,5	14,4
1-Jun	27,5	15,4	40,0	8,0	31,0	15,3	40,0	19,3
2-Jun	25,5	16,3	34,0	12,0	30,5	11,4	47,0	17,4
3-Jun			35,5	9,0	31,5	16,8	55,0	9,9
4-Jun		14,9	42,0	10,0	50,5	9,7	47,0	17,5
5-Jun	42,0	10,4	67,0	10,5	77,5	7,4	44,5	17,2
6-Jun	38,0	16,8	68,0	14,5	67,0	13,6	45,5	16,8
7-Jun	27,5	12,4	49,5	8,5	46,5	7	38,0	16,8
8-Jun	38,0	9,8	55,5	6,5	57,5	10,0	55,5	
9-Jun	51,5	8,0	78,5	7,0	67,0	7,0	85,0	5,3
10-Jun	73,5	10,1	94,5	7,5	73,5	6,1	83,5	10,9

Fecha (2001)	Juuka		Ammansaari		Utajarvi		02600 Espoo	
	HR Media de 2 días (%)	Amplitud Term. (°C)	HR Media de 2 días (%)	Amplitud Term. (°C)	HR Media de 2 días (%)	Amplitud Term. (°C)	HR Media de 2 días (%)	Amplitud Term. (°C)
11-Jun	65,5	9,6	77,0	9,5	75,5	10,6	67,5	11,0
12-Jun	56,5	6,1	62,5	6,0	72,0	5,2	80,5	6,7
13-Jun	78,0	5,6	75,0	8,5	83,0	6,8	96,5	5,0
14-Jun	66,0	12,5	89,5	8,5	78,0	6,8	93,5	4,7
15-Jun	40,0	15,5	83,0	8,5	57,0	11,5	73,0	16,8
16-Jun	37,5	13,5	75,5	7,0	55,0	12,0	54,0	18,2
17-Jun	41,0	12,8	72,0	9,0	52,5	14,0	74,5	12,3
18-Jun	44,0	6,7	70,5	8,5	46,0	8,4	80,0	12,3
19-Jun	48,0	8,2	65,5	9,0	45,5	8,8	80,0	2,4
20-Jun	43,0	9,6	50,5	9,5	35,0	10,5	97,0	2,5
21-Jun	62,0	7,3	52,5	9,0	40,5	7,9	97,0	3,7
22-Jun	81,5	4,1	60,0	7,0	58,0	3,2	93,5	10,7
23-Jun	59,5	9,2	47,0	8,0	51,5	6,7	74,0	
24-Jun	35,0	14,8	37,0	10,5	36,0	14,5	52,0	
25-Jun	31,5	13,0	47,0	7,5	33,5	16,6		
26-Jun	40,0	15,5	56,0	12,0	40,0	14,5		
27-Jun	42,5	15,2	56,0	9,5	42,0	13,1	57,0	14,7
28-Jun	36,0	12,9	57,5	6,5	37,5	11,5	61,0	13,8
29-Jun	36,0	9,7	56,5	9,0	36,5	10,3	59,5	14,4
30-Jun	38,0	9,0	64,5	9,0	51,0	5,2	64,0	9,5
1-Jul	35,0	14,6	63,5	10,5	62,0	8,2	70,5	10,8
2-Jul	49,0	11,2	68,0	9,0	61,5	7,8	68,5	6,3
3-Jul	53,0	10,4	72,5	7,5	65,0	11,3	54,0	14,1
4-Jul	39,5	8,0	56,5	6,5	57,0	7,1	45,5	15,4
5-Jul	38,5	16,0	76,0	10,5	69,0	7,2	42,5	10,5
6-Jul	37,0	13,2	80,5	9,0	68,0	13,1	49,5	14,0
7-Jul	40,5	18,8			51,5	14,2		
8-Jul	48,5	10,1		8,5	54,0	15,7		
9-Jul	46,0	12,4	64,5	8,5	55,5	13,2	54,0	12,0
10-Jul	46,0	15,1	75,5	9,5	61,0	9,9	53,0	2,5
11-Jul	56,5	5,7	90,5	7,5	69,0	6,5	63,5	6,3
12-Jul	58,0	9,0	79,5	6,5	68,5	8,3	64,5	5,0
13-Jul	68,0	12,3	69,0	10,0	63,5	8,4	56,5	7,9

Figura AT-HR-9: Amplitud Térmica Media Mostrada como Función de la Humedad Relativa para los Centros de la Muestra Bajo Estudio

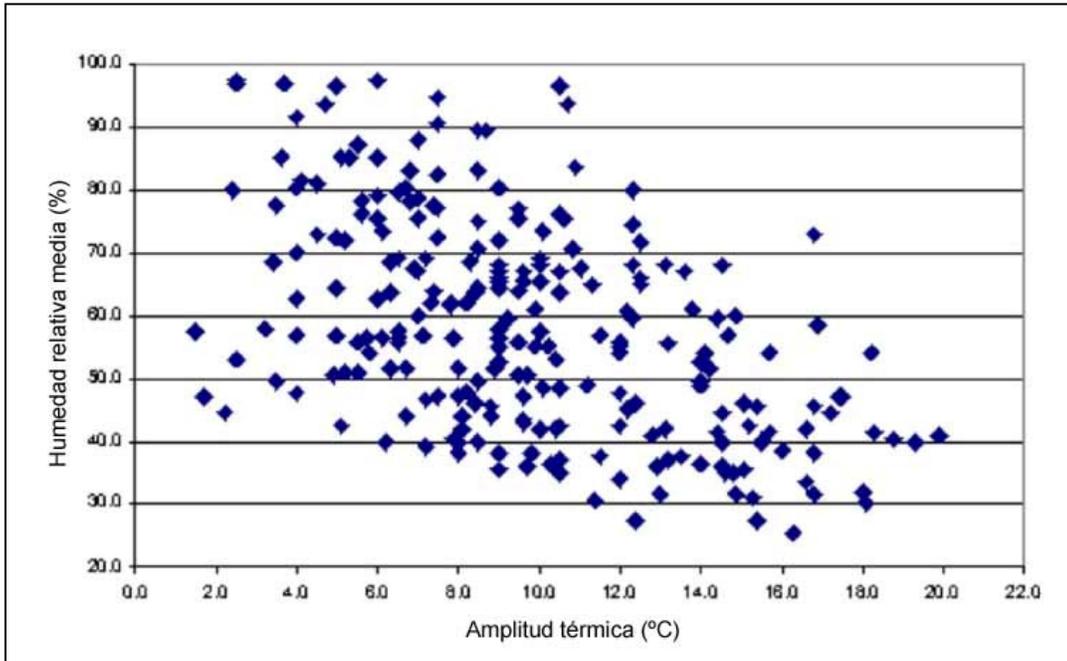
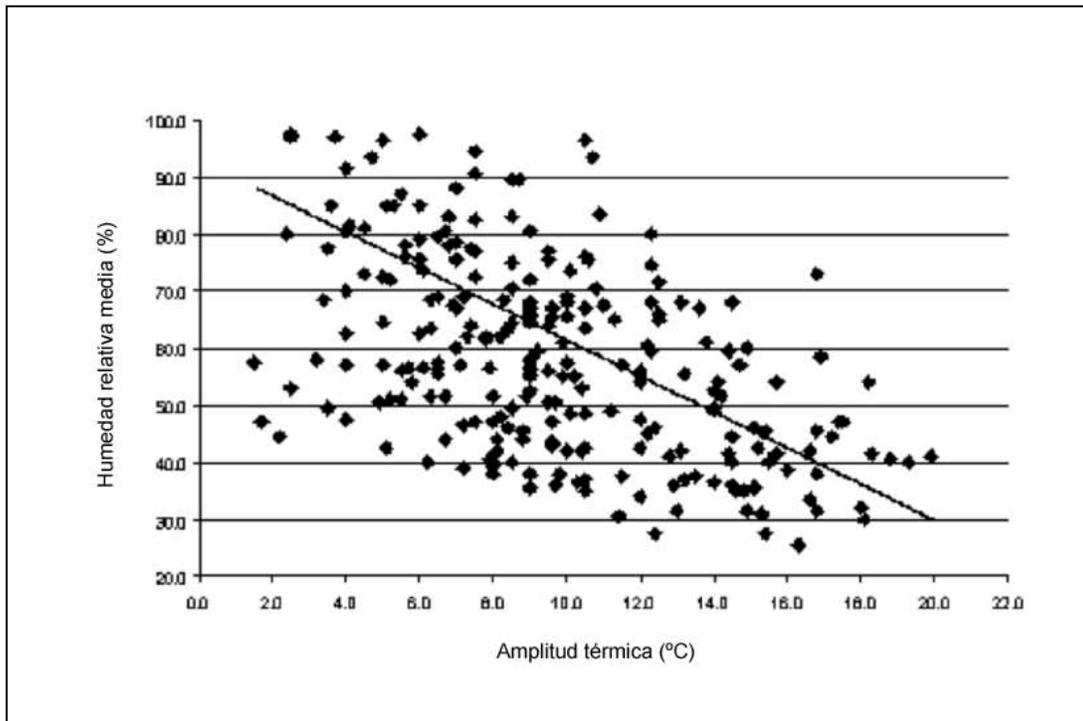


Figura AT-HR-10



Compartiendo los Resultados

El alumnado calcula el rango de temperatura para cada día y para cada centro, y después hacen un gráfico mostrando todos los puntos, con la amplitud térmica en el eje y la humedad relativa en el eje x. La Figura AT-HR-9 muestra el resultado.

El alumnado puede observar que para amplitudes térmicas bajas (por ejemplo, inferior a 4°C), la humedad relativa media enviada es normalmente superior al 45%, y según aumenta la amplitud térmica, los valores enviados de humedad relativa son menores. De hecho, para amplitudes térmicas elevadas (superiores a 16°C), sólo se ha enviado una observación que supera el 70%, el resto de las observaciones son menores de 60%. Por ello, parece existir una buena relación entre estos grupos de datos.

Esta relación es inversa, porque al aumentar una variable, la otra tiende a disminuir. Si tratáramos de interpolar una línea que se ajustara lo más posible a los datos, lo que podría utilizarse para pronosticar la humedad relativa a partir de la amplitud térmica, podría ser como la que se muestra en la Figura AT-HR-10. Esta línea es un ajuste por mínimos cuadrados, que es la mejor “línea recta” para representar los datos que se muestran.

Investigaciones Posteriores

Los resultados son tan alentadores que Heikki decide investigar a continuación los efectos de la altitud, para comprobar si puede explicar los sorprendentes resultados de su primer experimento, y mirar en otras áreas geográficas para comprobar si las conclusiones coinciden con las suyas. Espera con ilusión los resultados de estas investigaciones y las posibles colaboraciones internacionales a las éstas le pueden llevar.