

Protocolo de Temperatura Máxima, Mínima, y Actual



Objetivo General

Medir la temperatura del aire (y, opcionalmente, la del suelo) en el intervalo de una hora desde el mediodía solar local, así como la temperatura máxima y mínima del aire de las 24 horas anteriores.

Visión General

El alumnado lee la temperatura actual, máxima y mínima en un termómetro y después pone a cero los índices de máxima y mínima para iniciar un nuevo período de mediciones de 24 horas.

Objetivos Didácticos

Aprender a medir las temperaturas mínima, máxima y actual utilizando un termómetro en forma de U; comprender las variaciones diarias y anuales de la temperatura y reconocer los factores que influyen en las temperaturas atmosféricas.

Conceptos Científicos

Ciencias de la Tierra y del Espacio

El tiempo se puede describir con 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.

Geografía

La variabilidad de la temperatura de una zona influye en las características del sistema físico geográfico de la Tierra.

Habilidades de Investigación Científica

Utilizar un termómetro para medir la temperatura.

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y dirigir investigaciones científicas.

Utilizar 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

Nivel

Todos

Frecuencia

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

Materiales y Herramientas

Caseta meteorológica.

Termómetro instalado de máximas/mínimas.

Termómetro de calibración.

Hoja de Datos de la Investigación de la Atmósfera

Preparación

Instalar la caseta meteorológica.

Calibrar e instalar el termómetro de máximas/mínimas.

Revisar cómo leer el termómetro de máximas/mínimas.

Requisitos Previos

Ninguno

Protocolo de Temperatura Máxima, Mínima y Actual – Introducción

Temperatura y Tiempo Meteorológico

¿Se ha dado cuenta de que los pronósticos diarios del tiempo no siempre son correctos? Esto es en parte debido a que los científicos están todavía intentando saber más sobre cómo funciona la atmósfera. Las mediciones de la temperatura del aire, particularmente de cómo cambia la temperatura del aire tras una tormenta, son importantes para ayudar a los científicos a comprender mejor nuestra atmósfera. Este conocimiento permitirá a los meteorólogos pronosticar el tiempo para el día siguiente de manera precisa, o incluso para la semana siguiente.

Las mediciones de la temperatura del aire también son importantes para comprender la precipitación. Que la precipitación se produzca en forma de lluvia, aguanieve, nieve o granizo depende de la temperatura del aire. La temperatura del aire también influye sobre la cantidad de agua que se evapora y en la humedad relativa del aire. El agua evaporada de la tierra y de los cuerpos de agua que pasa a la atmósfera contribuye a alimentar las tormentas e influye en gran medida en el tiempo.

Temperatura y Clima

¿Es un año inusualmente cálido? ¿Se está calentando la Tierra según algunos científicos pronosticaron? ¿Está cambiando la temperatura media de su centro escolar por cambios locales en la cobertura terrestre? Para responder a estas y otras preguntas sobre las mediciones del clima de la Tierra se necesitan las temperaturas máximas y mínimas diarias del aire y del suelo, mes a mes, y año tras año.

Generalmente, las ciudades son más cálidas que las áreas que las rodean. Según van creciendo las ciudades, las temperaturas se pueden hacer más cálidas debido a la expansión de las áreas asfaltadas y edificios de hormigón. La comprensión de las variaciones locales de calentamiento y enfriamiento ayuda a los científicos a determinar si hay un cambio global en la temperatura media del aire superficial. Los

datos de las observaciones en muchos ambientes diferentes, tanto en el campo como en las ciudades, son necesarios para estudiar estos cambios en el clima de la Tierra.

Los científicos que estudian el clima de la Tierra están buscando patrones de cambios de temperatura en diferentes latitudes y longitudes. Es decir, ¿se están calentando y enfriando todos los lugares de la Tierra al mismo ritmo? Los modelos informáticos predicen que si el clima de la Tierra está variando debido al efecto de los gases invernadero sobre la temperatura del aire, se producirá un mayor calentamiento en las regiones polares que en los trópicos (aunque las regiones polares permanecerán más frías que los trópicos). Los modelos también predicen que las temperaturas medias nocturnas se incrementarán más que las temperaturas medias diarias, y que el incremento de las temperaturas será más evidente en invierno que en verano.

La evaluación de modelos de predicción del clima cambiante de la Tierra requiere una enorme cantidad de datos tomados en muchos lugares de la Tierra y a lo largo de grandes períodos de tiempo. Las mediciones de la temperatura máxima y mínima de la atmósfera por los centros GLOBE de todo el mundo pueden ayudarnos a todos nosotros a mejorar nuestra comprensión sobre el clima.

Temperatura y Composición Atmosférica

Muchas de las reacciones que se producen entre los gases traza de la atmósfera se ven influidas por la temperatura. En algunos casos, tales como algunas de las reacciones implicadas en la formación del ozono, la tasa de reacción depende de la temperatura. La presencia de vapor de agua, gotitas de agua y cristales de hielo también juega un papel importante en la química de la atmósfera.

Para comprender el tiempo, el clima y la composición de la atmósfera, son necesarias mediciones de la temperatura de la superficie y del aire. Las mediciones GLOBE de la temperatura del aire cerca del suelo son particularmente útiles, ya que estos datos son difíciles de obtener si no es mediante la lectura de termómetros cuidadosamente ubicados.

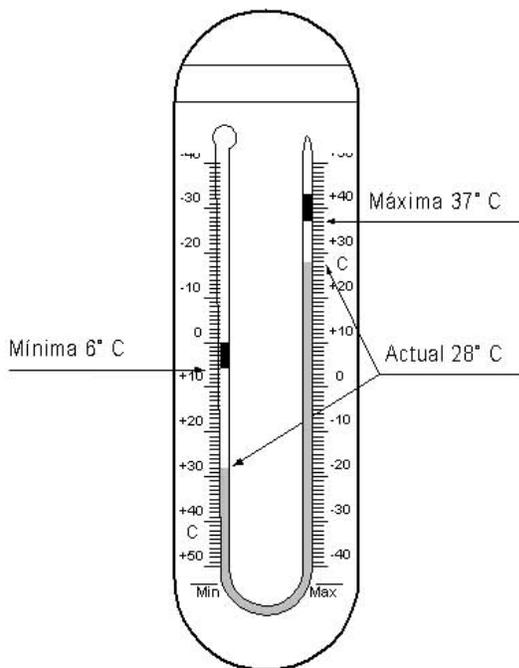
Apoyo al Profesorado

Termómetro de Máximas/Mínimas

Hay dos instrumentos disponibles para realizar mediciones diarias de la temperatura máxima y mínima. Uno es un termómetro con líquido en su interior, y el otro es un termómetro digital. Hay termómetros digitales que también tienen una sonda para el suelo que puede ser enterrada en el suelo de manera que también se puedan medir las temperaturas del suelo. El uso de estos instrumentos se describe en este protocolo. Hay otro tipo de termómetro de máx/mín, llamado termómetro digital multi-día máx/mín, que registra temperaturas durante seis días, que se describe en el *Protocolo de Temperaturas Digitales Multi-día Máx/Min y Actual del Aire y del Suelo*.

El termómetro con líquido en su interior de máximas y mínimas es un tubo en forma de herradura con dos índices que muestran las temperaturas máxima y mínima que se han alcanzado desde que se pusieron en la estación. Ver Figura AT-MM-1. En el lado de la máxima, la temperatura aumenta en la escala desde la parte inferior a la superior (como en los típicos de casa). En el lado de la mínima, por el contrario, la escala muestra un descenso de temperatura desde la parte inferior a la superior.

Figura AT-MM-1: Termómetro de Máxima/Mínima



La mayor parte del líquido del termómetro está en el bulbo de la parte superior del lado de la mínima. Según aumenta la temperatura, la dilatación del líquido del bulbo empuja hacia abajo el mercurio en la parte de la mínima y hacia arriba en el lado de la máxima. El índice de la parte superior de la columna de mercurio en el lado de la máxima temperatura en el termómetro es empujado hacia arriba. Cuando la temperatura desciende, la columna de mercurio se mueve en dirección opuesta, pero el índice del lado de la máxima permanece en el mismo lugar, indicando la temperatura más alta alcanzada. Según desciende la temperatura, la columna de mercurio asciende en el lado de la mínima hasta alcanzar el índice. Después, si la temperatura continúa disminuyendo, empuja el índice hacia arriba. Cuando la temperatura de nuevo asciende, el índice del lado de la mínima permanece en el mismo lugar para indicar la mínima temperatura alcanzada.

El termómetro con líquido en su interior de máximas/mínimas es diferente del tipo de termómetro más familiar para la mayoría de alumnos/as. Por ello, es conveniente practicar la lectura en este tipo de termómetro antes de tomar datos en el campo. Esta práctica se puede realizar de varias maneras. Se puede colocar el termómetro de máximas/mínimas en la clase durante un tiempo y pedir al alumnado que lo lea cada vez que lleguen al salón. Otra posibilidad es copiar la imagen del termómetro de máximas/mínimas que se da en el *Apéndice*, dibujar la columna de mercurio y los dos índices (que debe tener una longitud equivalente a unos 8°C) y pedir al alumnado que lea las temperaturas actual, máxima y mínima que se indiquen en cada dibujo.

En esta misma línea, se puede pedir al alumnado que haga sus propios dibujos mostrando las temperaturas: actual, mínima y máxima dadas.

El termómetro digital toma y muestra las temperaturas en incrementos de 0,1°C. El sensor para leer la temperatura del aire se encuentra dentro de la caja protectora del instrumento. Este termómetro también está disponible con un segundo sensor opcional unido a un cable de 3 metros de largo. Este segundo sensor puede enterrarse en el suelo para medir la temperatura del suelo. Si se van a realizar ambas mediciones, de aire y de suelo, es importante indicar en la

pantalla correctamente las secciones que corresponden a cada sensor. Esto se puede hacer pegando dos trocitos de cinta marcados como 'AIRE' y "SUELO" en la cubierta de plástico del termómetro a la derecha de la pantalla.

Mantenimiento del Instrumento

La caseta meteorológica se debe mantener limpia, tanto por dentro como por fuera. Se debe quitar del interior de la caseta el polvo, la suciedad y las telas de araña con un paño limpio y seco. La parte exterior de la caseta se puede lavar ligeramente con agua para eliminar la suciedad, pero se debe tratar de evitar que entre demasiada agua en la caseta. Si la parte externa se ensucia mucho, debe volver a pintarse de blanco.

Calibración del Termómetro

Si se está utilizando el termómetro de máximas/mínimas con líquido en su interior, se debería comprobar la calibración cada tres o cuatro meses con el termómetro de calibración. Si no marcan lo mismo, entonces se debe recalibrar el termómetro. Aproximadamente una vez por semana se debe comprobar que ambos lados del termómetro de máximas/mínimas marcan lo mismo. Si no es así, se debe recalibrar el termómetro.

Si se está usando un termómetro digital, es importante calibrarlo utilizando un termómetro de calibración. Esta calibración se hace comparando las lecturas de los dos termómetros y calculando la compensación que corresponda por la diferencia entre las lecturas del termómetro digital y la temperatura real. Cuando el instrumento se monta por primera vez, tanto los sensores de aire como los de suelo se calibran según la *Guía de Campo de Calibración del Sensor del Termómetro Digital de Un-día de Máx/Mín*. Cada seis meses se hace una comprobación para ver si el sensor del suelo está funcionando correctamente comparando las temperaturas que muestra con un termómetro de sonda para suelo siguiendo la *Guía de Campo de Comprobación del Error del Sensor del Termómetro de Un-día de Máx/Mín del Suelo*. Si la diferencia entre las lecturas digitales del sensor del suelo y del termómetro de sonda del suelo es superior a 2°C se debe desenterrar el termómetro

digital y recalibrar tanto el sensor de suelo como el de aire. Si la diferencia es de 2°C o superior, la sonda se puede dejar enterrada y recalibrar únicamente el sensor del aire.

Consejos Útiles

Recuerde al alumnado que el mercurio empuja la parte inferior de los índices hasta que se alcanzan la temperatura máxima o mínima. Por ello, deben leer las temperaturas máxima y mínima en la parte inferior (el extremo más cercano a la columna de mercurio) de los índices. Recuerde a los alumnos/as que deben leer el punto más alto alcanzado por el mercurio desde que los índices se pusieron a cero.

Si el termómetro tiene escala Fahrenheit, indíquelo sobre ella para evitar que el alumnado la lea por error. Uno de los errores más comunes en los datos de temperatura de la base de datos GLOBE es el envío de lecturas de temperatura en grados Fahrenheit en lugar de Celsius. Antes de usar el termómetro de máximas/mínimas, asegúrese de que la columna de mercurio es continua. A veces la columna de mercurio puede estar separada en segmentos. Si esto ocurre, entonces sigue las instrucciones que se dan en la sección *Preguntas Frecuentes*.

Preguntas para Investigaciones Posteriores

¿Cuándo cambia más la temperatura de un día para otro?

¿Cuáles son las latitudes y altitudes de otros centros GLOBE con datos de temperatura atmosférica similares a los suyos?

¿Cómo reacciona la vegetación de su zona ante los cambios de temperatura?

¿Su ambiente local se ve influido más por la temperatura media o por las temperaturas extremas?

Calibración del Termómetro

Guía de Laboratorio

Actividad

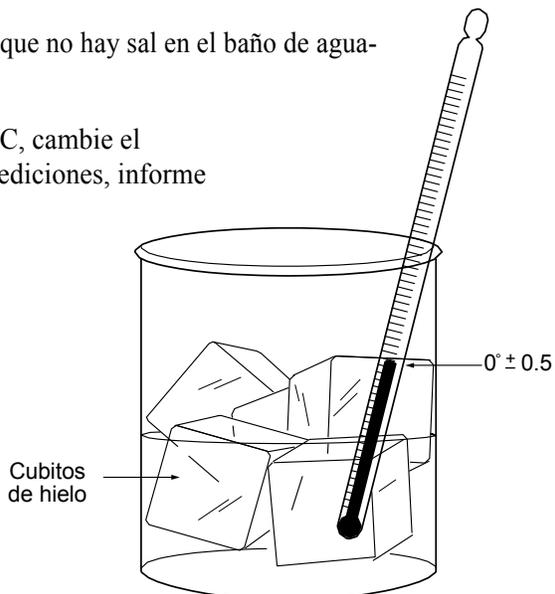
Comprobar la calibración del termómetro de calibración.

Qué se Necesita

- Termómetro de calibración
- Hielo picado
- Un recipiente limpio de, al menos, 250 ml
- Agua (lo ideal es que sea destilada, pero lo importante es que no sea salada)

En el Laboratorio

1. Preparar una mezcla de agua del grifo (caño) y hielo con más hielo que agua en el recipiente.
2. Ponga el termómetro de calibración en el baño de agua-hielo. El bulbo del termómetro tiene que estar dentro del agua.
3. Deje el termómetro en el baño de agua-hielo durante 10 a 15 minutos.
4. Mueva con cuidado el termómetro alrededor del baño de agua-hielo de manera que esté perfectamente enfriado.
5. Lea el termómetro. Si marca entre $-0,5^{\circ}\text{C}$ y $+0,5^{\circ}\text{C}$, el termómetro está bien.
6. Si el termómetro marca más de $+0,5^{\circ}\text{C}$, compruebe que hay más hielo que agua en el baño de agua-hielo.
7. Si el termómetro marca menos de $-0,5^{\circ}\text{C}$, compruebe que no hay sal en el baño de agua-hielo.
8. Si el termómetro aún no marca entre $-0,5^{\circ}\text{C}$ y $+0,5^{\circ}\text{C}$, cambie el termómetro. Si ha utilizado este termómetro para mediciones, informe sobre ello a GLOBE.



Calibración del Termómetro de Máxima/Mínima

Guía de Campo

Actividad

Comprobar la calibración del termómetro de máximas/mínimas.

Ajustar el termómetro de máximas/mínimas si es necesario.

Qué se Necesita

- Comprobación del termómetro de calibración siguiendo las instrucciones de la *Guía de Laboratorio de Calibración del Termómetro*
- *Hoja de Datos de la Investigación de la Atmósfera*

En el Campo

Día 1

Coloque el termómetro de calibración en la caseta meteorológica de manera que el bulbo del termómetro no esté tocando ninguna superficie.

Día 2

1. Después de leer las temperaturas actual, máxima y mínima en el termómetro de máximas/mínimas, lee la temperatura del termómetro de calibración redondeando a los 0,5°C más cercanos.
2. Compare esta lectura con la temperatura actual de ambos lados del termómetro de máximas/mínimas.
3. Si estas lecturas están entre +/- 0,5°C de la lectura del termómetro de calibración, anote en los metadatos que la calibración del termómetro de máximas/mínimas está bien y complete el *Protocolo de Temperatura Máxima, Mínima y Actual*.
4. Si la lectura de la temperatura actual de ambos lados del termómetro de máximas/mínimas no está entre +/- 0,5°C de la lectura del termómetro de calibración, siga los siguientes pasos:
5. Anote las temperaturas actuales de ambos lados del termómetro de máximas/mínimas y la lectura de la temperatura del termómetro de calibración como comentarios en la *Hoja de Datos de Investigación de la Atmósfera* de hoy. (Informa sobre las tres temperaturas).
6. Deje el termómetro de calibración colocado en la caseta meteorológica.
7. Retire el termómetro de máximas/mínimas de la caseta meteorológica. No toque el bulbo de este termómetro. Mantenga el termómetro fuera de la luz solar directa.
8. Afloje el tornillo de manera que las escalas del termómetro se puedan mover.
9. Mueva las escalas de manera que la lectura de la temperatura actual concuerde con la lectura del termómetro de calibración.
10. Apriete el tornillo de manera que las escalas se queden en su lugar de nuevo.
11. Vuelva a colocar el termómetro de máximas/mínimas en la caseta meteorológica y ponga los índices de nuevo en la parte superior del mercurio en ambos lados.
12. Anote e informe sólo sobre la temperatura actual de hoy usando el valor del termómetro de calibración.
13. Anote en los metadatos de hoy que el termómetro requiere recalibración.

Protocolo de Temperatura

Máxima, Mínima y Actual

Guía de Campo

Actividad

Medir las temperaturas actual, máxima y mínima del aire.

Poner a cero los índices de máxima y mínima para comenzar la medición de las siguientes 24 horas.

Qué se Necesita

- Una caseta meteorológica colocada correctamente.
- Un termómetro de máximas/mínimas correctamente calibrado e instalado.
- *Hojas de Datos de la Investigación de la Atmósfera*
- Lápiz o bolígrafo

En el Campo

1. Anote la hora y la fecha en la *Hoja de Datos de la Investigación de la Atmósfera*.
2. Abra la caseta meteorológica teniendo cuidado de no tocar o respirar sobre el termómetro.
3. Colóquese de manera que sus ojos estén a nivel con el mercurio del termómetro.
4. Lea el nivel de mercurio del lado de la máxima redondeando al 0,5°C más cercano.
5. Anote esta lectura como temperatura actual.
6. Lea la parte inferior del indicador del lado de la máxima redondeando al 0,5° C más cercano.
7. Anote esta lectura como la temperatura máxima.
8. Lea la parte inferior del indicador del lado de la mínima redondeando al 0,5° C más cercano. Recuerde que la escala de temperatura está invertida.
9. Anote esta temperatura como la mínima.
10. Utilizar el imán para mover con cuidado los índices de máxima y mínima hasta que éstos justo toquen el mercurio.
11. Cerrar la caseta meteorológica.

Calibración del Sensor del Termómetro Digital de Máx/Mín Para un Día

Guía de Campo

Actividad

Calcular la compensación de corrección del sensor de aire y suelo, necesaria para ajustar los errores de precisión del instrumento.

Qué se Necesita

- Que el termómetro de calibración se haya comprobado siguiendo las instrucciones de la *Guía de Laboratorio de Calibración del Termómetro*
- *Hoja de Datos de Calibración del Termómetro de Máx/Mín.*

Nota: Si se van a realizar únicamente mediciones de la temperatura del aire, o se está recalibrando únicamente el sensor del aire, sáltese las secciones de esta guía de campo que corresponden al sensor del suelo.

En el Campo

1. Abra la puerta de la caseta meteorológica y coloque el termómetro de calibración, el termómetro digital y el sensor del suelo de manera que el aire corra a su alrededor y que no toquen las paredes de la caseta.
2. Cierre la puerta de la caseta meteorológica.
3. Espere al menos una hora y después abra la puerta de la caseta. Asegúrese de que su termómetro digital está mostrando la temperatura actual (ni el símbolo 'MÁX' ni 'MÍN' deben aparecer en la pantalla. Si están, pulsar el botón *MÁX/MÍN* hasta que desaparezcan).
4. Lea las temperaturas tomadas por el sensor de aire y de suelo del termómetro digital y anótelas en la *Hoja de Datos de Calibración y Puesta a Cero del Termómetro Digital Máx/Mín.*
5. Cierre la puerta de la caseta meteorológica.
6. Repita los pasos 2 a 5 cuatro veces más, esperando al menos una hora entre cada una de las lecturas. Trate de espaciar en el día los cinco grupos de lecturas tanto como sea posible.
7. Envíe los datos de calibración al Sitio web de GLOBE.

Instalación del Termómetro Digital Máx/Mín

Guía de Campo

Actividad

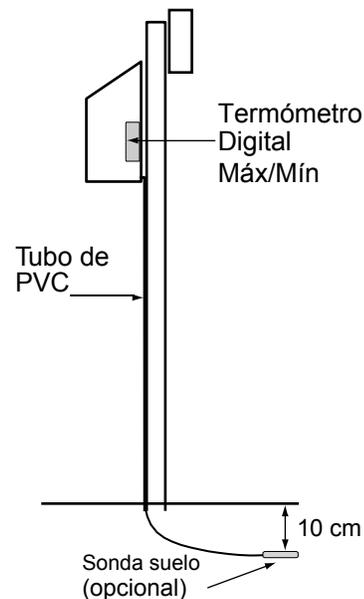
Instalar el termómetro digital en el sitio de estudio de Atmósfera.

Qué se Necesita

- Caseta meteorológica GLOBE (las especificaciones se dan en la *Lista de Instrumentos GLOBE* de la sección *Juego de Herramientas*)
- Broca de 12 mm (si se hacen mediciones de suelo)
- Cuerda o lazos de alambre
- Tubo de 120 cm x 2,5 cm de PVC (opcional)
- Taladro (si se hacen mediciones de suelo)

En el Campo

1. Colocar la caja protectora del termómetro digital en la pared trasera de la caseta meteorológica. Esta caja debe colocarse de manera que se pueda leer fácilmente la pantalla.
2. Si no se van a realizar mediciones del suelo, guarde el sensor del suelo (en el caso de que el termómetro tenga uno) y su cable con cuidado en una esquina de la caseta donde no moleste y salte los siguientes pasos. Si no, continúe con el paso 3.
3. Si es necesario, haga un agujero de 12 mm, en la parte inferior de la caseta, cerca de la parte trasera. Pasa la sonda del sensor de suelo a través del agujero, dejando tanto cable en el interior de la caseta como sea posible. Puede meter el sensor y el cable en un fino tubo de PVC para proteger el cable.
4. Elija un lugar para colocar la sonda de temperatura del suelo cercano a la parte orientada al sur (la soleada) del poste de la caseta meteorológica. Son preferibles los datos tomados en lugares sin sombra. Los comentarios sobre la definición del sitio deben incluir la cantidad de sombra que la superficie de suelo sobre la sonda experimentará durante un año.
5. Hacer un hoyo de una profundidad de unos 10cm en la ubicación elegida.
6. Empujar la sonda horizontalmente en el lateral del hoyo hasta una profundidad de 10 cm. Utilizar un clavo o un alfiler, de diámetro algo inferior a la sonda, para hacer una abertura para la sonda si es necesario.
7. Rellenar el hoyo con el suelo que se retiró.
8. Con cuidado, proteger todo el cable sobrante del sensor del suelo utilizando una cuerda o lazos de alambre. Guardar tanto cable sobrante como sea posible en la caseta.



Protocolo de Temperatura Digital

Máx/Mín Para un Día

Guía de Campo

Actividad

Medir la temperatura del aire actual, máxima y mínima del termómetro digital de un día.

Medir la temperatura del suelo actual, máxima y mínima del termómetro digital de un día (opcional).

Poner a cero el termómetro digital para comenzar las mediciones de las siguientes 24-horas.

Qué se Necesita

- Una caseta meteorológica correctamente ubicada.
- Una *Hoja de Datos* apropiada.
- Un termómetro digital de un-día de máx/mín correctamente calibrado e instalado
- Lápiz o bolígrafo.
- Un reloj preciso u otro dispositivo que indique la hora.

Nota: Asegúrese de que el termómetro digital esté en Celsius. Si no es así, pulse el botón °C/°F para cambiar de unidad a Celsius.

En el Campo

1. En el intervalo de una hora del mediodía solar local, abrir la caseta meteorológica con cuidado de no respirar sobre el termómetro.
2. Anotar la hora y la fecha en la *Hoja de Datos* tanto la hora local como la hora universal. Nota: en el sitio Web de GLOBE se introducirá la hora universal.
3. Asegúrese de que el termómetro está mostrando la temperatura actual (ni el símbolo 'MAX' ni 'MIN' deben aparecer en la pantalla. Si están, pulse el botón MÁX/MÍN hasta que desaparezcan).
4. Anotar la temperatura actual del aire en la *Hoja de Datos*. Si se están realizando lecturas del suelo, anotar también la temperatura del suelo.
5. Pulsar el botón MÁX/MÍN una vez.
6. Se mostrará la temperatura máxima y el símbolo 'MÁX' en la pantalla.
7. Anotar la temperatura máxima del aire en la *Hoja de Datos*. Si se están realizando lecturas del suelo, anotar también la temperatura máxima del suelo.
8. Pulsar el botón MÁX/MÍN una segunda vez.
9. Se mostrará la temperatura mínima y el símbolo 'MÍN' en la pantalla.
10. Anotar la temperatura mínima del aire en la hoja de datos. Si se están realizando lecturas del suelo, anotar también la temperatura mínima del suelo.
11. Pulsar y mantener pulsado el botón MÁX/MÍN durante un segundo. Esto pondrá a cero el termómetro.
12. Cerrar la caseta meteorológica.

Comprobación del Error del Sensor del Termómetro Digital de Máx /Mín del suelo Para un Día

Guía de Campo

Actividad

Comprobar la precisión del sensor del suelo para ver si necesita o no ser desenterrado y recalibrado.

Qué se Necesita

- Termómetro de sonda del suelo del *Protocolo de Temperatura del Suelo*.
- *Hoja de Datos de Calibración del Termómetro Digital Máx/Mín*

En el Campo

1. Calibrar un termómetro de sonda del suelo siguiendo la *Guía de Laboratorio de Calibración del Termómetro de Suelo del Protocolo de Temperatura del suelo*.
2. Abrir la puerta de la caseta meteorológica.
3. Elegir un lugar a unos 15 cm de donde se encuentra la sonda de temperatura del suelo.
4. Medir la temperatura del suelo a una profundidad de 10 cm en este lugar siguiendo el *Protocolo de Temperatura del Suelo*.
5. Anotar esta temperatura en la sección ‘Comprobación del error del sensor del suelo’ de la *Hoja de Datos de Calibración y Puesta a Cero del Termómetro Digital Máx/Mín*.
6. Asegúrese de que el termómetro digital está mostrando la temperatura actual (ni el símbolo ‘MÁX’ ni ‘MÍN’ deben aparecer en la pantalla. Si están, pulsa el botón *MÁX/MÍN* hasta que desaparezcan).
7. Leer la temperatura enviada por el sensor del suelo en el termómetro digital y anótala en la *Hoja de Datos*.
8. Cerrar la puerta de la caseta meteorológica.
9. Repetir los pasos 2 a 8 cuatro veces más, esperando una hora entre las mediciones.
10. Calcular la media de las lecturas del termómetro del suelo.
11. Calcular la media de las lecturas del sensor digital del suelo.
12. Calcular el error del sensor del suelo restando la media de las cinco lecturas del sensor digital del suelo (del paso 10) de la media de las cinco lecturas del sensor del suelo (del paso 11).
13. Si el valor absoluto del error del sensor del suelo es superior o igual a 2°C, entonces desenterrar el sensor y recalibrar tanto el sensor de aire como el de suelo siguiendo la *Calibración del Sensor del Termómetro de Un-día de Máx/Mín*. Si no, dejar el sensor digital del suelo en el suelo y recalibrar únicamente el sensor de aire.

Preguntas Frecuentes

1. Si no se ha tomado la lectura de máxima/mínima de uno o más días (en el fin de semana, vacaciones, etc.), ¿se puede aún enviar la temperatura de hoy?

Se puede y se debe enviar la temperatura actual. No se debe enviar la temperatura máxima y mínima, ya que son las correspondientes a más de un día. Ponga a cero los índices y al día siguiente se podrá enviar la temperatura máxima, mínima y actual.

2. ¿Qué se debe hacer si el termómetro de máximas/mínimas no concuerda con el termómetro de calibración y no se puede ajustar las escalas para que concuerden?

Esto es raro, pero hay algunos termómetros de máximas/mínimas que no se pueden calibrar correctamente. En este caso, contacte con el proveedor o con el fabricante, explíquele que el termómetro no está calibrado y solicite un nuevo termómetro.

3. ¿Qué se debe hacer si hay burbujas de aire en el termómetro?

Para que el termómetro funcione correctamente no debería haber burbujas de aire en la columna de líquido del termómetro, y en el termómetro de máximas/mínimas no debería haber espacios en la columna de mercurio. Hay muchas técnicas para volver a conectar las columnas de líquido en los termómetros. Una técnica es dar golpecitos en la carcasa del soporte del termómetro contra la mano. No presionar sobre el tubo del termómetro, ya que se podría romper. Sacudir o golpear con cuidado la carcasa del termómetro es mucho más eficaz para eliminar los espacios en el mercurio que intentar calentar o enfriar el termómetro.

Otra técnica es sujetar una cuerda en la parte superior del termómetro. Colóquese en un lugar despejado y abierto y haga girar el termómetro en círculos, de manera que la fuerza centrífuga haga que el líquido se una. En el caso del termómetro de máximas/mínimas, que tiene mercurio en su interior, este procedimiento debe realizarlo el profesor y no los alumnos.

Si tras repetidos intentos no se logra reunificar la columna de líquido, compre un nuevo termómetro al fabricante o suministrador.



4. ¿Se pueden realizar las lecturas de temperatura máxima y mínima sin utilizar un termómetro de mercurio?

El funcionamiento del termómetro de herradura de máximas/mínimas sólo se puede lograr utilizando dos líquidos diferentes, uno de los cuales debe ser mercurio. Para realizar estas mediciones sin utilizar un termómetro con mercurio se debe usar un sensor electrónico de temperatura que almacene las temperaturas máxima y mínima o que guarde todas sus lecturas mediante un grabador de datos. Ver los *Protocolos Opcionales* que se dan en la versión online de la Guía del Profesor.

5. La lectura de temperatura máxima de nuestro termómetro hoy es inferior que la lectura de la temperatura actual de ayer. ¿Hay algún error?

Sí, hay un problema cuando la diferencia es superior a 0,5°C. Algunas veces el indicador de máxima se baja. De todas formas, envíe las lecturas de manera que GLOBE pueda registrar estos errores. Si esto ocurre a menudo (más de un día entre 20 ó el 5% del tiempo), compruebe que la caseta meteorológica esté montada firmemente, que está bien sujeta y que no hay fuentes de vibración moviendo la caseta. Si la caseta está montada de manera segura y no hay fuentes de vibración, contacte con el suministrador, reemplace el termómetro de máximas/mínimas e informe a GLOBE del problema.

Si la diferencia es justo de 0,5°C, no es un problema, pero asegúrese de que está leyendo el termómetro situando los ojos a nivel con el mercurio. Diferencias de 0,5°C entre dos observadores son aceptables.

6. La lectura de temperatura mínima de nuestro termómetro hoy es mayor que la lectura de la temperatura actual de ayer. ¿Hay algún error?

Ver la respuesta a la pregunta 5.

Temperatura Máxima, Mínima y Actual del Aire – Interpretando los Datos

¿Son Razonables los Datos?

La temperatura del aire varía a lo largo de un período de 24 horas. En algunos lugares se pueden producir grandes cambios diarios en la temperatura, mientras que en otros esta variación puede ser bastante pequeña. La Figura AT-MM-2 muestra un gráfico de la temperatura del aire en el transcurso de un día con mediciones tomadas cada 15 minutos. En el gráfico se puede ver la temperatura actual (T_{actual}), máxima ($T_{\text{máx}}$) y mínima ($T_{\text{mín}}$) para ese día. Se utilizará el termómetro de herradura para anotar

las temperaturas máxima y mínima de manera que sólo se necesite leer el termómetro una vez cada día, en el intervalo de una hora del mediodía solar local.

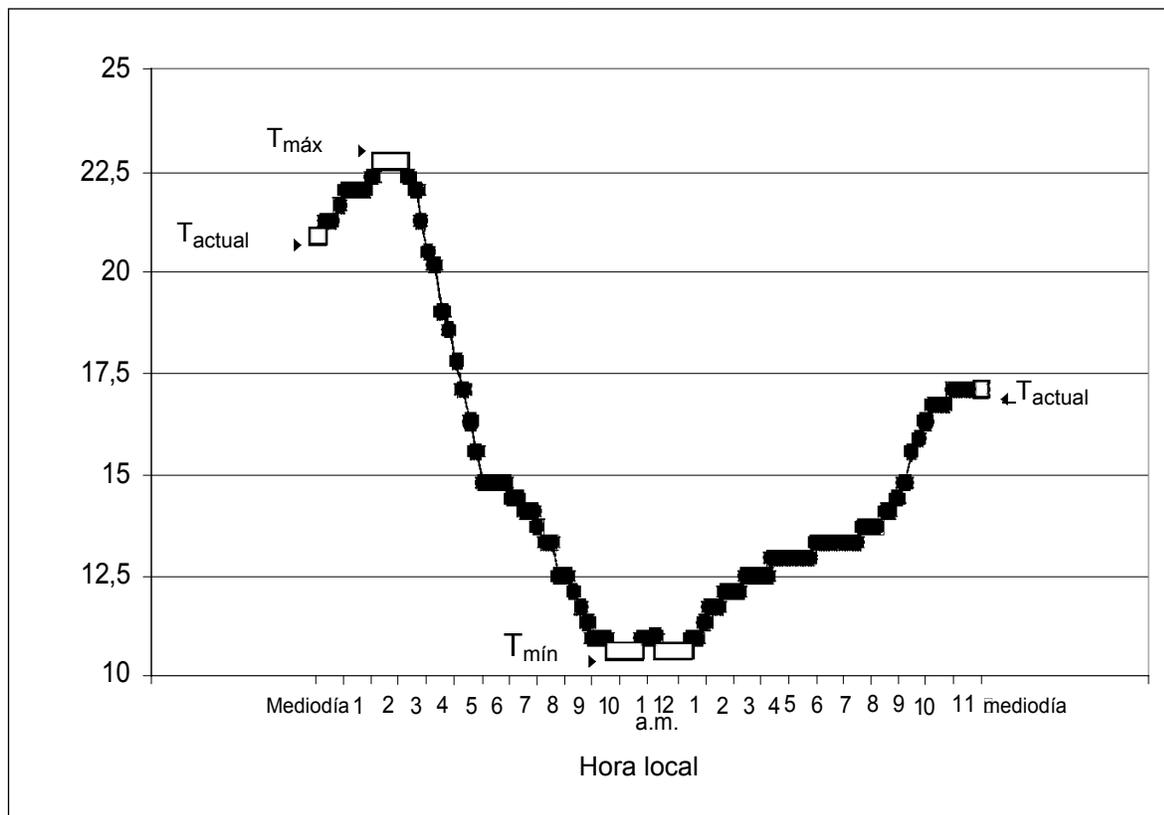
Por definición, la $T_{\text{máx}}$ debería ser la mayor temperatura para este período de tiempo, y la $T_{\text{mín}}$ debería ser la menor.

Por lo tanto,

$$T_{\text{máx}} \geq T_{\text{actual}} \quad \text{y} \quad T_{\text{mín}} \leq T_{\text{actual}}$$

para una T_{actual} tanto al comienzo como al final del período de 24 horas. Si estas desigualdades no se cumplen, entonces algo está mal en la $T_{\text{máx}}$ o $T_{\text{mín}}$ para ese día.

Figura AT-MM-2: Variación de la Temperatura a lo Largo de un Período de 24-horas



Observando un gráfico con estos datos, tal como el de la Figura AT-MM-3, se hace más fácil la comprobación visual.

Otra comprobación para saber si los datos de un único día son razonables es compararlos con los datos de centros GLOBE cercanos u otras fuentes de datos de temperatura. La Figura AT-MM-4 muestra los datos de un único día para 12 centros cercanos. La Tabla AT-MM-1 muestra los datos de temperatura del aire de los centros que se muestran en la figura. Todos los centros parecen tener datos concordantes.

¿Qué se Busca en Estos Datos?

En estudios sobre el clima, los científicos están interesados en la temperatura media a lo largo de varios períodos de tiempo y en valores extremos. La mayoría de los días la temperatura del aire varía con el ciclo de la luz solar, y esta variación es generalmente mayor que el cambio de un día a otro.

En muchos lugares la temperatura del aire varía significativamente según los sistemas meteorológicos se van desplazando a través de una región en una sucesión de frentes fríos y cálidos. La ocurrencia exacta de estos sistemas meteorológicos varía

de un año para otro, de manera que comparar temperaturas del mismo día en diferentes años no es un buen indicador de una variación en el clima. Para poder realmente comparar cambios de año en año, se debe hallar la media de varios sistemas meteorológicos. Un mes es suficientemente largo como para hallar la media de los efectos de las tormentas individuales, pero no tanto como para que se puedan calcular las variaciones medias estacionales.

La temperatura media de un día se puede hallar calculando la media entre la temperatura máxima y mínima de ese día. La investigación ha mostrado que esta estimación está generalmente en un rango de 0,1°C del valor medio real. Para el centro que se está considerando, el 15 de Abril de 1998:

$$T_{\text{máx}} = 10,0^{\circ} \text{ C}$$

$$T_{\text{mín}} = 2,0^{\circ} \text{ C}$$

$$T_{\text{media}} = \frac{T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}}}{2} = \frac{10,0^{\circ} \text{ C} + 2,0^{\circ} \text{ C}}{2} = 6,0^{\circ} \text{ C}$$

Tmax	Tmin	Tactual	Hora	Lat	Lon	Elev	Localización del Centro
14,0	0,0	12,0	11	50,0477	14,4393	272	Praga 4, CZ
13,0	-1,0	12,0	12	49,7667	16,9167	273	Mohelnice, CZ
12,0	-1,0	8,0	10	50,1328	14,4035	322	Praga 8, CZ
12,0	3,0	12,0	11	50,0630	14,4340	272	Praga 4, CZ
11,2	0,9	11,0	9	50,4387	15,3523	868	Jicin, CZ
11,0	-4,0	10,0	11	48,9737	14,5027	395	Ceske Budejovice, CZ
11,0	2,0	9,0	10	49,9078	16,4218	460	Ceska Trebova, CZ
10,5	-1,2	10,2	11	49,9042	16,4432	350	Ceska Trebova, CZ
10,0	2,0	9,0	11	49,5420	15,3537	518	Humpolec, CZ
10,0	5,0	8,0	12	49,2080	16,6833	265	BRNO, CZ
10,0	0,0	8,0	11	49,5190	16,2600	570	Bystrice Nad Perstejnem, CZ
9,0	-2,0	9,0	11	49,3167	16,3417	485	Deblin, CZ

Figura AT-MM-3: Datos de Temperatura del Aire para un Mes de un Centro GLOBE I

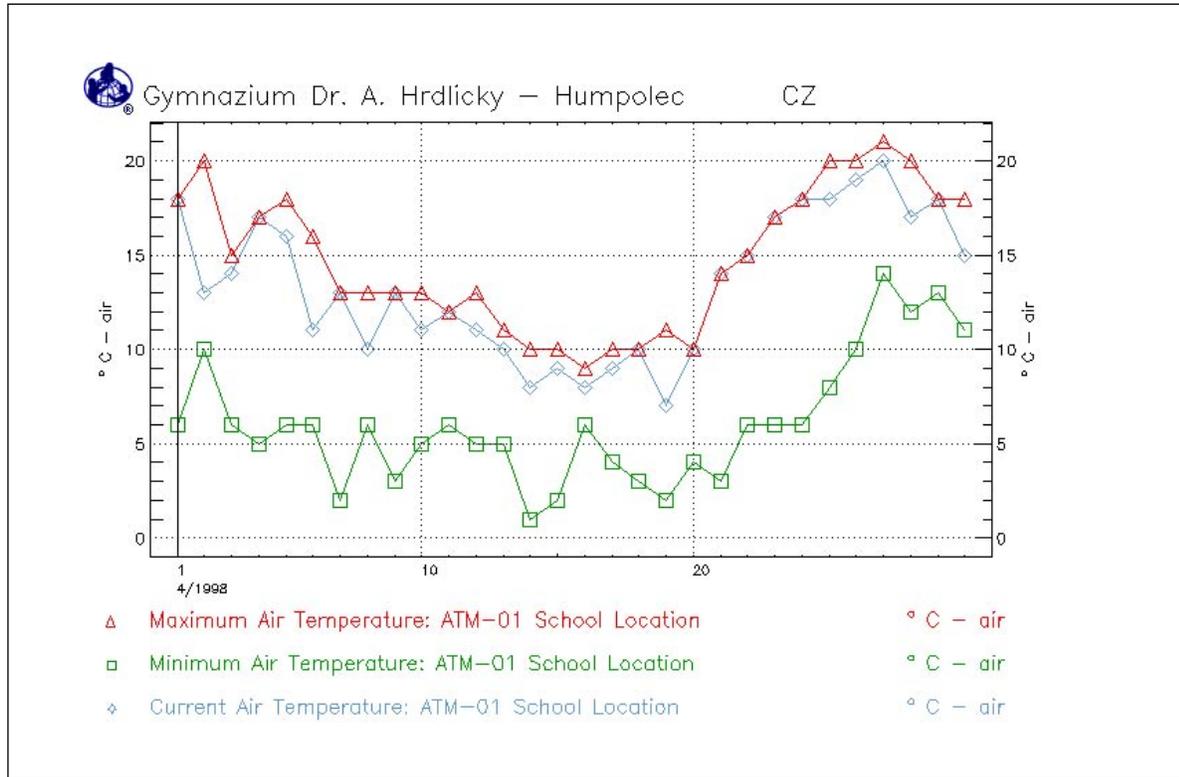
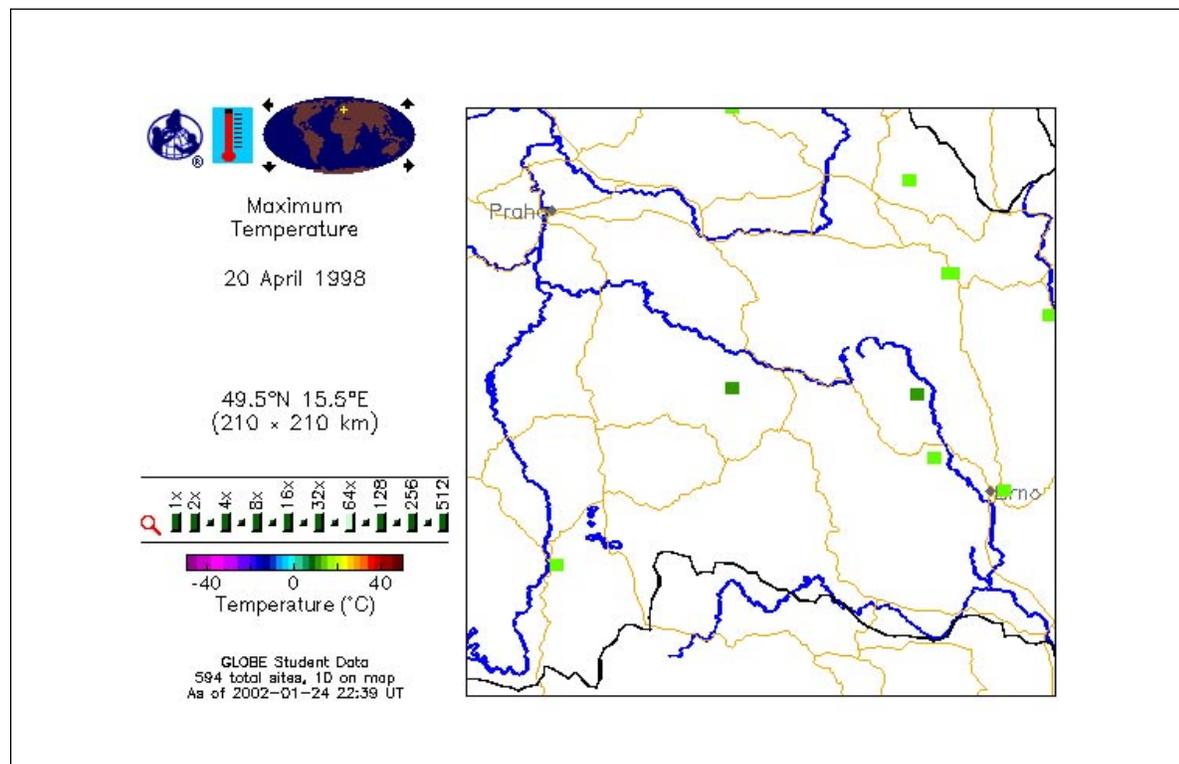


Figura AT-MM-4: Datos de un Centro GLOBE de la Temperatura Máxima de un Único Día



La temperatura media mensual también se puede calcular hallando la media de las temperaturas máxima y mínima de cada día del mes. A partir de los valores de la Tabla AT-MM-2, de Gymnazium Dr. A. Hrdlicky la media mensual de la temperatura del aire para abril 1998 es:

$$T_{\text{media}} \text{ (Abril 1998)} = 10,4^{\circ} \text{ C.}$$

La mayoría de los seres vivos son sensibles a las temperaturas extremas. Esto es particularmente cierto cuando las temperaturas descienden bajo el punto de congelación del agua (0,0°C). Observando la curva de temperatura mínima de la Figura AT-MM-3, es fácil ver que la temperatura para este mes completo nunca disminuyó bajo el punto de congelación. La menor temperatura medida fue 1° C. La temperatura máxima del mes fue 21° C.

Como estudiantes investigadores, se debería considerar comparar temperaturas, temperaturas medias, y temperaturas extremas entre diferentes centros o lugares. Se pueden comparar temperaturas medias mensuales de un año con otro y observar el patrón de las temperaturas medias mensuales a lo largo del año. También es interesante observar los primeros y los últimos días de la estación fría, cuando la temperatura mínima está por debajo del punto de congelación. Otras secciones de esta Guía describen correlaciones útiles entre la temperatura del aire y otros fenómenos.

Al comparar centros, recuerde que la atmósfera es más fría al aumentar la altitud. También que en la mayoría de las grandes ciudades hace más calor que en sus alrededores. A esto se le llama efecto de isla de calor urbano. Praga es una ciudad grande. A partir de los datos de la Tabla AT-MM-1 es evidente que los centros de Praga están a menores altitudes y ubicados en una ciudad, y en este día tienen las temperaturas máximas más elevadas.

Un Ejemplo de Investigación del Alumnado

Formulación de una Hipótesis

Una alumna de un centro escolar de Humpolec, CZ, observa las representaciones de la máxima temperatura durante varios días en abril de 1998. Se da cuenta de que los valores de los centros de Praga son más elevados que los de su centro para varios días. Pregunta si esto podría ser cierto para la media. Como punto de partida simple

Tabla AT-MM-2: Datos de Temperatura de Abril 1998

Fecha (aaaammdd)	Temperaturas		
	Actual	Máxima	Mínima
19980430	15,0	18,0	11,0
19980429	18,0	18,0	13,0
19980428	17,0	20,0	12,0
19980427	20,0	21,0	14,0
19980426	19,0	20,0	10,0
19980425	18,0	20,0	8,0
19980424	18,0	18,0	6,0
19980423	17,0	17,0	6,0
19980422	15,0	15,0	6,0
19980421	14,0	14,0	3,0
19980420	10,0	10,0	4,0
19980419	7,0	11,0	2,0
19980418	10,0	10,0	3,0
19980417	9,0	10,0	4,0
19980416	8,0	9,0	6,0
19980415	9,0	10,0	2,0
19980414	8,0	10,0	1,0
19980413	10,0	11,0	5,0
19980412	11,0	13,0	5,0
19980411	12,0	12,0	6,0
19980410	11,0	13,0	5,0
19980409	13,0	13,0	3,0
19980408	10,0	13,0	6,0
19980407	13,0	13,0	2,0
19980406	11,0	16,0	6,0
19980405	16,0	18,0	6,0
19980404	17,0	17,0	5,0
19980403	14,0	15,0	6,0
19980402	13,0	20,0	10,0
19980401	18,0	18,0	6,0
Total		443,0	182,0

De Gymnasium Dr. A. Hrdlicky

para su investigación, plantea la hipótesis: *Las temperaturas medias mensuales en Praga son más elevadas que en Humpolec.*

Toma de datos

Se han recogido datos de centros GLOBE en Praga de abril de 1998, por lo que decide comprobar su hipótesis tomando este mes como ejemplo. Comienza identificando los centros GLOBE de Praga que han enviado datos durante este período de tiempo. Encuentra cinco centros. Posteriormente hace un gráfico con las temperaturas máxima, mínima y actual de cada centro y observa los gráficos para asegurarse de que los datos son de buena calidad. Decide que

son suficientemente buenos para su proyecto, ya que combinará los datos de los cinco centros.

Análisis de los Datos

Como un primer paso en la obtención de los datos de estos centros, crea un conjunto de los datos de temperatura máxima para abril de 1998 de su centro y los centros de Praga. Después crea una tabla de datos con todos los valores para este gráfico. Guarda su información imprimiendo la tabla, cortando y pegándola en una hoja de datos o copiando a mano la información. Hace lo mismo con las temperaturas mínimas. A continuación calcula la media de las temperaturas máximas y mínimas enviadas por los centros de Praga para ese mes. Obtiene un valor de 12,6°C. Dado que este valor es mayor que el de su centro, de 10,4°C, su hipótesis se confirma.

Se pregunta si hallar la media de todas las temperaturas es correcto, ya que en algunos días todos los centros de Praga enviaron datos pero otros días sólo un centro lo hizo. Decide calcular la media mensual para cada centro individualmente, y hallar la media de estos cinco resultados. Los resultados para los cinco centros son 11,6°C, 12,1°C, 12,5°C, 13,0°C, y 14,4°C y la media de estos valores es 12,7°C, lo que concuerda con la media inicial que calculó para Praga de 12,6°C.

Entonces procede a redactar su hipótesis, su procedimiento y sus conclusiones, e incluye los cálculos que ha realizado y los gráficos que ha usado o hecho. Como nota final, habla sobre comprobaciones adicionales de su hipótesis que le gustaría investigar en el futuro, incluyendo hacer una comparación con el mes de abril de otro año o incluso haciendo una comparación entre todos los meses del año 1998.

Análisis Posterior de los Datos

Si el alumno/a que realiza este proyecto sabe hacer raíces cuadradas y algo de estadística, podría ir un poco más allá y comprobar los errores estadísticos de sus cálculos para las temperaturas medias mensuales. Todos los centros implicados en esta muestra enviaron datos de temperatura redondeados al grado más cercano, en lugar de al 0,5°C más próximo. ¿Cómo lo podría haber sabido? Bien, porque se da cuenta de que todos los valores enviados tienen 0 en los decimales.

Si las lecturas se tomaran redondeando al medio grado más próximo, habría algunos valores con 5 como decimal. Así, dada la precisión de los instrumentos GLOBE y las lecturas de los alumnos, el error en las mediciones individuales es de $\pm 1,0^\circ\text{C}$. El error de la media depende del número de mediciones independientes incluidas, por lo que para cada centro el error estadístico en la media es:

Si N = número de mediciones

$$\text{Error} = \pm 1^\circ \text{C} * \frac{\sqrt{N}}{N}$$

$$\text{Error} = \pm 1^\circ \text{C} * \frac{1}{\sqrt{N}}$$

Para los centros con datos de 22 o menos días (y, por tanto, $2 \times 22 = 44$ o menos mediciones), el error es aproximadamente $\pm 0,2^\circ\text{C}$, mientras que para centros con más mediciones el error es $\pm 0,1^\circ\text{C}$. Dados estos errores estadísticos, se concluye que las diferencias entre las medias mensuales de los centros son mayores que los errores y, por ello, estadísticamente significativas. Esto es cierto incluso entre los centros de Praga. Esto refuerza la certeza de que la hipótesis ha sido confirmada por los datos porque la media mensual de la temperatura en Humpolec en abril de 1998 es inferior que la de cualquiera de los centros de Praga, así como menor que la media de todos los datos de Praga.

Análisis Avanzado de los Datos

Un alumno/a más avanzado no calcularía el error a partir de todas las mediciones de los cinco centros porque estos datos no son independientes entre sí. Para cualquier día de Praga, los datos de los cinco centros deberían estar correlacionados, porque están experimentando aproximadamente el mismo tiempo. Siendo consciente de esto, un alumno avanzado decide hacer dos comprobaciones más sobre su conclusión.

En primer lugar, decide calcular la temperatura media para cada día de abril en Praga. Para ello, suma la temperatura máxima y mínima de todos los centros que tienen datos para cada día y divide el resultado por el número de mediciones enviadas. Los valores obtenidos de esto se muestran en la columna de la derecha de la Tabla AT-MM-3. Este proceso le proporciona la temperatura media para los 28 días de abril, y a continuación con estos datos procedió a calcular la temperatura media mensual

Tabla AT-MM-3: Datos de Temperatura Máxima y Mínima para Cinco Centros de Praga en Abril de 1998

Centro escolar: Fecha	Zakladni Skola, n.Inter.		Masarykova stredni skola chemicka		Zakladni Skola		Zakladni Skola Horackova		Gymnazium		Daily
	T _{máx} °C	T _{mín} °C	T _{máx} °C	T _{mín} °C	T _{máx} °C	T _{mín} °C	T _{máx} °C	T _{mín} °C	T _{máx} °C	T _{mín} °C	T _{media} °C
4/1/1998	21	5	22	8	20	12	—	—	—	—	14,7
4/2/1998	17	12	20	11	19	9	—	—	—	—	14,7
4/3/1998	17	9	20	10	18	9	—	—	—	—	13,8
4/4/1998	19	11	—	—	18	7	—	—	—	—	13,8
4/5/1998	14	5	—	—	15	8	—	—	—	—	10,5
4/6/1998	14	4	—	—	18	8	—	—	—	—	11,0
4/7/1998	15	3	18	8	19	8	—	—	26	5	12,8
4/8/1998	14	4	—	—	17	9	—	—	—	—	11,0
4/9/1998	16	-1	—	—	16	8	—	—	—	—	9,8
4/10/1998	14	2	—	—	10	8	—	—	—	—	8,5
4/11/1998	14	2	—	—	14	7	—	—	—	—	9,3
4/12/1998	14	2	—	—	15	1	—	—	—	—	8,0
4/13/1998	—	—	—	—	15	4	—	—	—	—	9,5
4/14/1998	—	—	—	—	15	-8	—	—	—	—	3,5
4/15/1998	—	—	—	—	12	-1	14	0	12	3	6,7
4/16/1998	—	—	15	4	13	5	14	3	14	5	9,1
4/17/1998	—	—	15	5	17	7	13	1	14	2	9,3
4/18/1998	—	—	—	—	—	—	15	4	—	—	9,5
4/19/1998	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4/20/1998	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,1
4/21/1998	17	8	21	5	—	—	16	4	16	2	10,4
4/22/1998	16	4	16	6	—	—	16	5	17	3	12,5
4/23/1998	17	4	21	9	—	—	20	5	21	3	14,5
4/24/1998	18	8	23	9	—	—	—	—	25	4	13,5
4/25/1998	20	7	—	—	19	8	—	—	—	—	17,3
4/26/1998	24	10	—	—	24	11	—	—	—	—	17,8
4/27/1998	24	10	—	—	25	12	—	—	26	10	18,1
4/28/1998	24	10	24	12	25	13	23	12	25	13	17,1
4/29/1998	25	9	22	15	20	13	22	12	21	12	16,2
4/30/1998	22	8	22	13	23	10	20	12	23	9	—
Total	396	136	259	115	407	168	173	58	240	71	333,7
Número de días	22	22	13	13	23	23	10	10	12	12	28
Media Máx o Mín	18,0	6,2	19,9	8,8	17,7	7,3	17,3	5,8	20,0	5,9	—
T _{media} °C mensual	12,1		14,4		12,5		11,6		13,0		11,9
Error estadístico (°C)	0,2		0,3		0,2		0,3		0,3		0,2

para Praga. El resultado es $11,9^{\circ}\text{C}$ con un error estadístico de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$, este valor es significativamente menor que los otros resultados. Sin embargo, esta media mensual es aún significativamente superior que la de Humpolec, por lo que la hipótesis aún se confirma.

En segundo lugar, se da cuenta de que durante dos días, 19 y 20 de abril no hay datos de ningún centro de Praga. ¿Fueron estos días anormalmente fríos o cálidos, lo que podría haber influido sobre la media mensual? Por lo general, Humpolec está suficientemente cerca de Praga como para que experimenten períodos de tiempo frío o cálido similares según los sistemas meteorológicos se mueven a través de la República Checa. Observó los datos de su centro para estos dos días para comprobar si fueron días inusuales en relación con la media mensual para abril. Las temperaturas medias de estos dos días fueron $7,0^{\circ}\text{C}$ y $6,5^{\circ}\text{C}$, respectivamente. Ambas fueron significativamente más frías que la media mensual. Los datos que faltan de estos dos días podrían haber influido en la media mensual de Praga, pero ¿en qué medida? Para calcular esto, se decide calcular la media mensual para Humpolec omitiendo estos dos días. La media mensual que se obtendría si no se tuvieran datos de estos dos días es $10,7^{\circ}\text{C}$, $0,3^{\circ}\text{C}$ superior a la media calculada. Esto es significativo, pero no suficientemente grande como para cambiar la conclusión de que la temperatura media mensual de Praga es superior que la de Humpolec para el mes de abril de 1998.

Explicar y Compartir los Resultados

Saber que las temperaturas medias en Praga son superiores que en Humpolec no explica por qué sucede esto. Perseguir esta respuesta supone un reto mayor, pero podría ser más gratificante. Dos efectos comunes que podrían explicar las diferencias de temperatura sistemáticas observadas son los efectos de la isla de calor urbana y las diferencias de altitud. Un alumno/a podría formular la hipótesis de que las condiciones más cálidas de Praga en comparación con Humpolec se deben a la diferencia de altitud. Para comprobar esta hipótesis, se necesitaría recopilar datos de centros escolares de la República Checa a diferentes altitudes. Por ejemplo, Mohelnice y Jicin son pequeñas poblaciones. Estando Mohelnice aproximadamente a la misma altitud que Praga y Jicin a una altitud 350 metros superior que Humpolec. Ver la Tabla AT-MM-2. Si las temperaturas medias en Mohelnice son similares a las de Praga, y las variaciones de las temperaturas medias entre Mohelnice, Humpolec, y Jicin son proporcionales a la altitud, la hipótesis se vería corroborada. Las diferencias en latitud también influyen sobre la temperatura media. Con un incremento de 2° a $2,5^{\circ}$ de latitud equivalente aproximadamente a un aumento de 150 metros en altitud, los efectos de la latitud deberían ser significativamente inferiores que los efectos de la altitud en estas ciudades. Responder cuestiones como esta es más fácil donde hay muchos centros GLOBE enviando datos de manera sistemática.