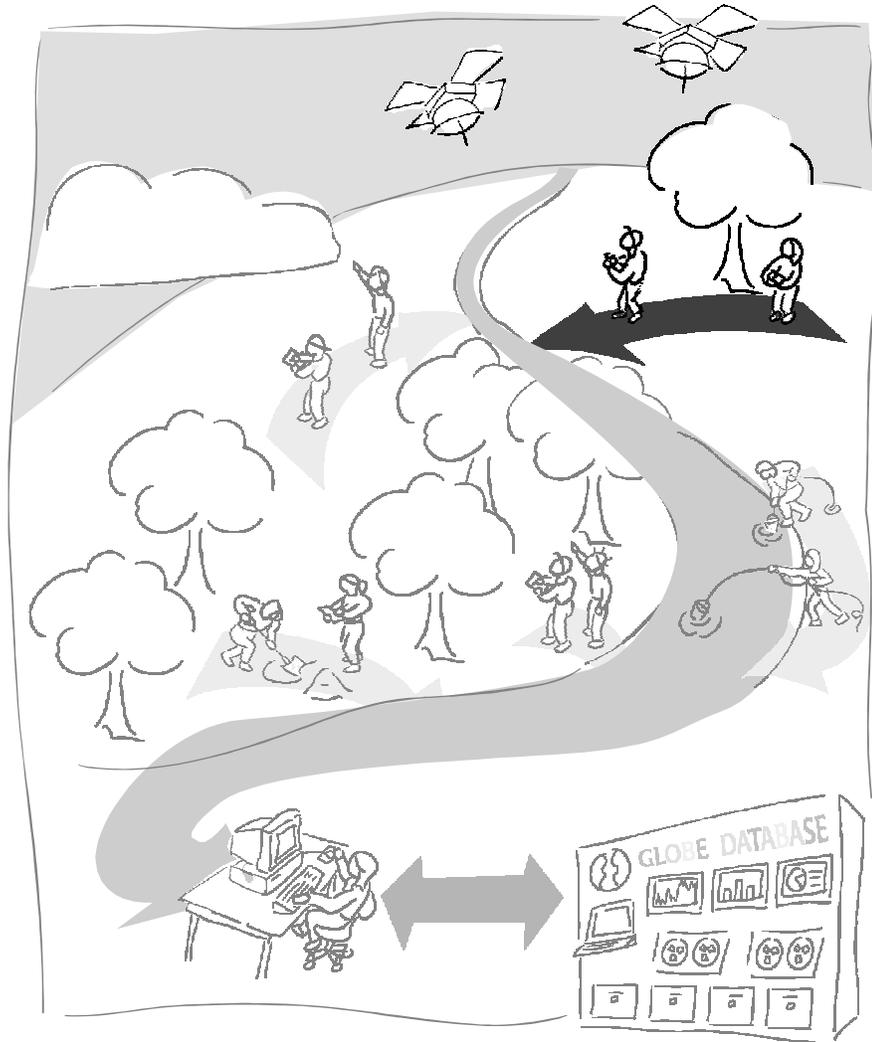


# Investigación de GPS



Una Investigación de Aprendizaje GLOBE®



# Un Vistazo a la Investigación de GPS



## Protocolo

### **Mediciones a realizar una sola vez:**

Hora de la primera lectura y el promedio de la latitud, longitud y altitud de los siguientes sitios de estudio:

Atmósfera, Hidrología, Cobertura Terrestre, Caracterización de Suelos, Humedad del Suelo y del centro escolar, que es el centro del Sitio de Estudio GLOBE.

## Secuencia Sugerida para la Investigación de GPS

- Leer el Protocolo para saber exactamente qué hay que medir y cuál es el procedimiento a seguir.
- Copiar y repartir las *Guías de Campo* al alumnado.
- Antes de usar el receptor GPS, identificar todos los sitios GLOBE de los cuales hay que medir latitud, longitud, y altitud.
- Pedir al alumnado que realice algunas mediciones de prueba cerca del centro escolar, siguiendo la *Guía de Campo de GPS* de la sección Protocolo. Cuando se sepa manejar el receptor, ir a los sitios de estudio GLOBE y, seguir la *Guía de Campo de GPS* y realizar las medidas de ubicación en cada sitio. Enviar los resultados a GLOBE lo antes posible tras terminar las mediciones y cálculos.
- Si uno o más de los sitios de estudio se encuentran obstruidos por cobertura arbórea, seguir la *Actividad de la Guía de Campo de GPS de Posición de Apoyo* para hallar la posición del sitio de estudio.
- Si el alumnado tiene dificultades a la hora de realizar las mediciones o quiere realizar más actividades relacionadas con sistemas de posicionamiento global, acudir y realizar una o más de las actividades de aprendizaje (*Direcciones Relativas y Absolutas* y *¿Cuál es la Respuesta Correcta?*)



# Tabla de Contenidos

## **Introducción**

Visión general.....	Introducción 1
Satélites.....	Introducción 1
Satélites del GPS.....	Introducción 1

## **Protocolos**

Protocolo de Mediciones de GPS
Guía de Campo del Protocolo de GPS
Guía de Campo del Protocolo de GPS con Posición de Apoyo

## **Actividades de Aprendizaje**

¿Cuál es la Respuesta Correcta?*
Direcciones Relativas y Absolutas

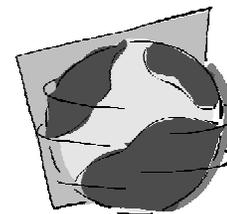
## **Apéndice**

Hoja de Datos de Ubicación del Sitio de Estudio.....	Apéndice 2
Hoja de Datos de Investigación de GPS .....	Apéndice 3
Hoja de Datos de Mediciones de GPS con Posición de Apoyo.....	Apéndice 4
Glosario .....	Apéndice 5

---

\* Ver la versión completa de la e-guía de la *Guía del Profesor* disponible en el sitio web de GLOBE y en el CD-ROM.

# Introducción



## Visión General

Un receptor de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un dispositivo manual que recibe datos directamente desde los satélites. Utilizando un receptor GPS, los alumnos y alumnas pueden determinar su posición, en forma de latitud y longitud, desde casi cualquier lugar del mundo con una precisión de  $\pm 10 - 15$  metros. Si se halla la media de varias mediciones, se podrá determinar la posición con una precisión de  $\pm 10$  metros o menos. Así, el alumnado puede determinar la posición de sus sitios GLOBE con la suficiente exactitud para identificar el píxel individual (30m x 30 m) en las imágenes LandSat.

Sí, el alumnado puede utilizar datos de satélites. Aunque se diseñó inicialmente para uso militar, el GPS se usa ahora principalmente para aplicaciones civiles. Como parte de GLOBE, el alumnado determinará la latitud, longitud y altitud de su centro escolar, así como de los sitios de estudio GLOBE. Esta información es crítica para hacer que los datos GLOBE sean útiles para alumnado y científicos de todo el mundo. La visualización de los datos del alumnado en forma de mapas no sería posible si no estuviera disponible la latitud y la longitud de cada sitio en que el alumnado recoge los datos.

## Satélites

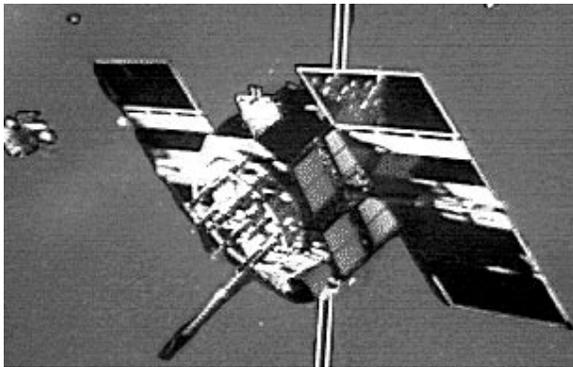
Un objeto en órbita alrededor de un cuerpo mayor se llama *satélite*. Cuando la sonda espacial Galileo llegó a Júpiter y disminuyó su velocidad para entrar en órbita alrededor del planeta, se convirtió en satélite de Júpiter. Cuando lanzamos un satélite en órbita alrededor de la Tierra, se convierte en un satélite artificial de la Tierra, al igual que la Luna es un satélite natural de la Tierra. Estos satélites artificiales en la órbita terrestre realizan varias tareas, incluyendo: telefonía de larga distancia, televisión, comunicación de datos, observaciones meteorológicas y de recursos naturales, vigilancia militar y mediciones científicas básicas.

Nuestra luna se encuentra a 384.500 km de la Tierra, y tarda aproximadamente un mes en completar una órbita. Por limitaciones de combustible o para realizar observaciones más cercanas, los transbordadores espaciales y algunos satélites de observación se encuentran a

pocos cientos de kilómetros sobre la Tierra. Estos satélites de órbita cercana a la Tierra tardan un mínimo de 90 minutos en completar una órbita. Los satélites de comunicaciones están en órbitas a 35.792 km sobre la Tierra. A esta altitud, estos satélites emplean exactamente un día en completar una vuelta alrededor de la Tierra. Esta órbita especial se llama Órbita Geosíncrona. Un satélite en órbita geosíncrona siempre parece estar en el mismo lugar en el cielo para un observador terrestre. Así, una antena dirigida hacia un satélite geosíncrono no necesita moverse. Compara esto con las lanzaderas espaciales que pueden pasar de horizonte a horizonte en minutos, o con nuestra luna, que puede emplear un mes en cruzar el cielo.

## Satélites GPS

El Sistema de Posicionamiento Global consiste en una serie de satélites, estaciones de control terrestre y usuarios con receptores GPS. Ver Figura GPS-I-1. Estos satélites no son tripulados, y son lanzados por cohetes que les sitúan en órbita. Hay 28 satélites en órbita a unos 20.200 km sobre la superficie de la Tierra. A esta altitud, los satélites emplean unas 12 horas en completar una órbita. Los satélites están espaciados en sus órbitas, de manera que al menos 4 de ellos están siempre a la vista de un observador terrestre en cualquier punto de la Tierra. Un sistema terrestre basado en estaciones de seguimiento controla las órbitas de los satélites con una precisión de  $\pm 1$ m, y codifica la posición del satélite, junto con la señal horaria generada por el satélite, en un único código de identificación transmitido por cada satélite. Los satélites transmiten señales codificadas aproximadamente cada 15 segundos. Los datos recibidos por un receptor GPS manual permiten calcular la latitud, la longitud y la altitud del receptor. Las señales de radio viajan en línea recta desde el satélite hasta el receptor GPS pasando a través de nubes, cubiertas de árboles poco densas, cristal y plástico, pero no a través de estructuras sólidas como edificios y montañas. Cuando está en funcionamiento, el receptor GPS es capaz de identificar cada satélite según aparece en su campo de visión, y evaluar la calidad de las señales recibidas. Los receptores GPS modernos



*Figura GPS-I-1: A Satélite del Sistema de Posicionamiento Global*

pueden recibir señales de hasta 12 satélites a la vez. Es necesario un mínimo de tres señales para calcular la latitud y la longitud, mientras que para calcular la altitud es necesario un mínimo de cuatro señales. Si se recibe un mayor número de señales, el resultado será más preciso.

Las potencialidades del sistema GPS dependen de manera crítica del desarrollo de relojes atómicos de gran precisión. ¡Los relojes más precisos no se adelantan ni atrasan más de 1 segundo en más de 20 millones de años! ¡La hora que proporciona un receptor GPS tiene una precisión de una billonésima parte de segundo! La combinación de los relojes del receptor GPS y los relojes atómicos de cada satélite permiten al receptor GPS registrar la hora de tránsito de cada señal de radio dentro de 1 nanosegundo (un billón de segundos). Conociendo la velocidad de la luz (aproximadamente 1 pie por nanosegundo) es posible usar el tiempo de demora, entre la emisión y la recepción de la señal de radio, para calcular con extrema precisión la distancia en ese instante desde cada satélite al receptor GPS. Convirtiendo en distancia el tiempo de demora que se produce a la vez en las señales de tres o más satélites, es posible calcular, por triangulación, la posición (latitud, longitud y altitud) del receptor en cualquier lugar de la superficie de la Tierra.

# PROTOCOLOS



***El Alumnado Aprenderá los Conceptos Básicos sobre GPS.***

***Practicar la Realización de Mediciones GPS Cerca del Centro Escolar.***

***Realizar las Mediciones GPS en los Sitios Especificados.***

***Enviar los Datos GPS a GLOBE.***

# Protocolo de Mediciones con el GPS



## **Objetivo General**

Determinar la latitud, longitud y altitud del centro escolar y de todos los sitios GLOBE.

## **Visión General**

Se utilizará el receptor GPS para determinar la latitud, longitud y altitud del centro escolar o de los sitios de estudio GLOBE.

## **Objetivos Didácticos**

### **Conceptos científicos**

#### *Ciencias de la Tierra y del Espacio*

Los materiales terrestres tienen diferentes propiedades físicas (magnetismo).

#### *Ciencias Físicas*

La posición de un objeto se puede describir por su posición relativa respecto a otro objeto.

Los materiales tienen propiedades medibles (magnetismo).

Los imanes se atraen y se repelen.

#### *Geografía*

Las herramientas y las tecnologías tienen características y utilidades diferentes.

Usar las herramientas geográficas apropiadas.

La latitud y la longitud se pueden mostrar en mapas.

### **Habilidades de Investigación Científica**

Usar un receptor GPS para determinar la latitud y la longitud.

Utilizar una brújula para determinar el Norte y el Sur verdaderos.

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y dirigir investigaciones científicas.

Utilizar las matemáticas apropiadas para analizar los datos.

## **Tiempo**

Entre 15 minutos y 60 minutos por sitio.

## **Nivel**

Todos.

## **Frecuencia**

Una vez por cada sitio de estudio.

## **Materiales y herramientas**

Receptor GPS

Brújula magnética

Cinta métrica

Lápiz o bolígrafo

*Hoja de Datos del Protocolo de GPS*

*Hoja de Datos de Mediciones de Apoyo del GPS*

## **Preparación**

Elegir los sitios a visitar. Llevar el receptor GPS, hojas de datos, lápiz y bolígrafo, a los sitios de campo. Identificar sitios en los que la ubicación con GPS no sea posible porque la señal está obstaculizada. A estos sitios, se deberá llevar también una brújula, cinta métrica y la *Hoja de Trabajo de Mediciones de Apoyo del GPS*.

## **Requisitos Previos**

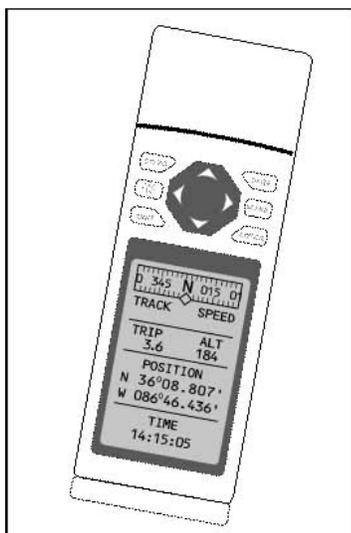
Ninguno.

## Protocolo GPS – Introducción

¿Ha pensado alguna vez cómo describe su posición o cómo da indicaciones para llegar a un lugar? Cuando le dice a un amigo dónde ir, lo más probable es que indique el lugar en relación con algún otro lugar u objeto familiar para ambos. Por ejemplo “quedemos en la puerta principal de nuestro colegio”. En este caso, ambos se dirigirán al mismo lugar porque conocen su centro escolar – es un sistema que está referenciado respecto a su propia experiencia. Sin embargo, si piensan encontrarse en un lugar nuevo para ustedes, tal como una ciudad cercana, tendrán que buscar un marco de referencia más general. Por ejemplo, podrían usar sistemas de carreteras o referencias topográficas, tales como ríos o montañas. Si quiere ubicar todos los centros GLOBE y sus sitios de estudio, tendría que recurrir a un sistema de referencia más universal.

El sistema de coordenadas geográficas utilizado es un conjunto de líneas de *latitud* y *longitud* que se representan como una malla sobre la superficie esférica de la Tierra. Por convención, la longitud de cero grados pasa por Greenwich, Inglaterra, y la latitud de cero grados es el Ecuador. Las coordenadas se identifican como al Este y al Oeste de la longitud cero, y al Norte

*Figura GPS-P-1: Diagrama de un Ejemplo de Receptor GPS*



o al Sur de la latitud cero. En cualquier posición también es posible concretar más la posición midiendo la altitud, o altura del lugar sobre o bajo el nivel del mar. Enviando su latitud, longitud y altitud, cada centro GLOBE puede ser individualmente localizada.

Para el alumnado GLOBE, el receptor GPS proporciona un modo simple y preciso de medir la latitud, longitud y, cuando se corrige, la altitud. Estos instrumentos son suficientemente precisos para distinguir entre los dos extremos de una clase o para determinar la posición correctamente dentro de un área del tamaño de un píxel (30m x 30m) de una imagen LandSat. Además de la posición, los receptores GPS también proporcionan la hora, así como mediciones adicionales tales como la velocidad del recorrido entre dos puntos, y la distancia y dirección entre dos puntos cualquiera. Una visión global del sistema GPS permite comprender las mediciones que proporciona y cómo una simple medición se basa en una infraestructura científica y tecnológica muy sofisticada.

### **Posición de Apoyo**

¿Qué ocurre si no se pueden realizar las mediciones de latitud y longitud con el GPS en el sitio de estudio o de muestreo porque las señales de satélite están obstaculizadas por cobertura densa o por un edificio? Ver Figura GPS-P-2. Es posible desplazarse desde el sitio de estudio a un lugar cercano en el que el receptor GPS pueda recibir las señales de satélite. Esta sería la posición de apoyo. Así, se podría determinar la posición del lugar deseado midiendo la dirección con la brújula y la distancia entre la posición de apoyo y del sitio de estudio. A partir de cálculos trigonométricos se podrá determinar la posición deseada. Sin embargo, si el desplazamiento se realiza hacia el Norte o hacia el Sur desde el sitio a localizar, se puede determinar la latitud y la longitud del sitio usando sólo cálculos aritméticos y algunos conocimientos sobre nuestro planeta.

Nuestro planeta es casi esférico. Dividiendo la circunferencia terrestre de 39941km por 360°, obtenemos que hay 110,95km por cada grado de circunferencia. Dividiendo esto por 10000

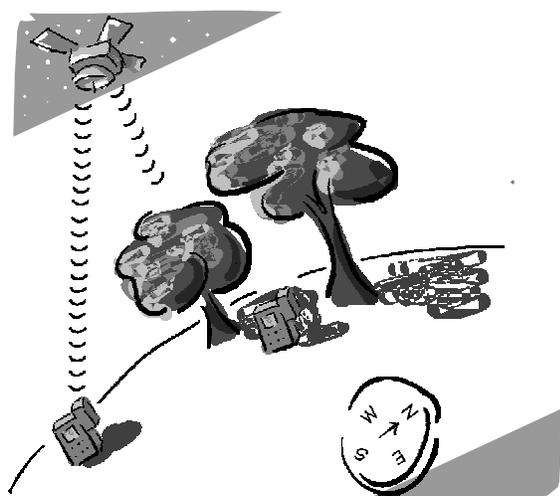


Figura GPS-P-2: Visión despejada y obstaculizada de un satélite GPS

se obtiene el número que kilómetros que hay en una diezmilésima parte de un grado de la circunferencia (0,0111km/0,0001grados u 11m/0,0001grado aproximadamente). Los receptores GPS generalmente aproximan la localización al 0,0001 grado más cercano, lo que supone aproximadamente unos 11 metros de latitud en Tierra. Conociendo la distancia hacia el Norte o hacia el Sur entre el sitio y la ubicación equivalente utilizada, se puede hallar la diferencia entre las latitudes.

### Altitud

Todas las mediciones de altitud se realizan tomando como referencia el nivel medio del mar. Por ejemplo, el Monte Everest tiene una altitud de 8850 metros sobre el nivel medio del mar. Debido a la fluctuación diaria del nivel del mar por las mareas, se toma como superficie de referencia el nivel medio del mar. La superficie de referencia que recoge la media global del nivel del mar y que está formada por el campo gravitatorio de la Tierra se llama *geoide*. Esta superficie no es regular, dada la distribución irregular del campo gravitatorio de la Tierra.

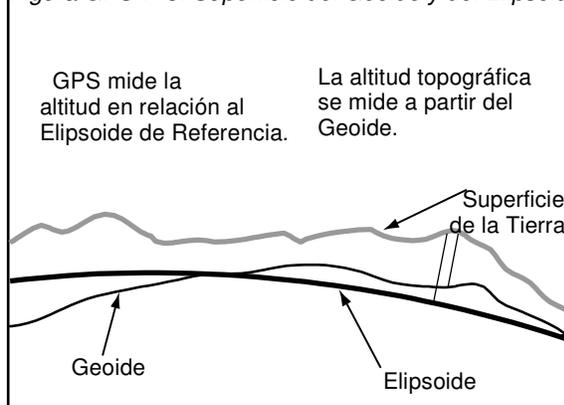
Los receptores GPS necesitan usar también una superficie de referencia para determinar la altitud. Desafortunadamente, el geoide es muy complicado y muy largo para caber en la memoria interna de la mayoría de los receptores GPS. En su lugar, contienen una forma simplificada de una superficie suavizada conocida como *elipsoide de referencia*. Todas las mediciones de altitud de GPS se hacen a partir del elipsoide de referencia. Ver Figura GPS-P-3.

El geoide y el elipsoide de referencia pueden coincidir en algunas zonas, en otras pueden diferir en más de 100 metros. Debido a esto, la altitud de una posición medida con un receptor GPS puede ser significativamente diferente a la medida a partir de otros medios (por ejemplo, mapas topográficos). El servidor GLOBE hará automáticamente la corrección al geoide de la altitud cuando se envíen las mediciones GLOBE de latitud, longitud y altitud del sitio de estudio.

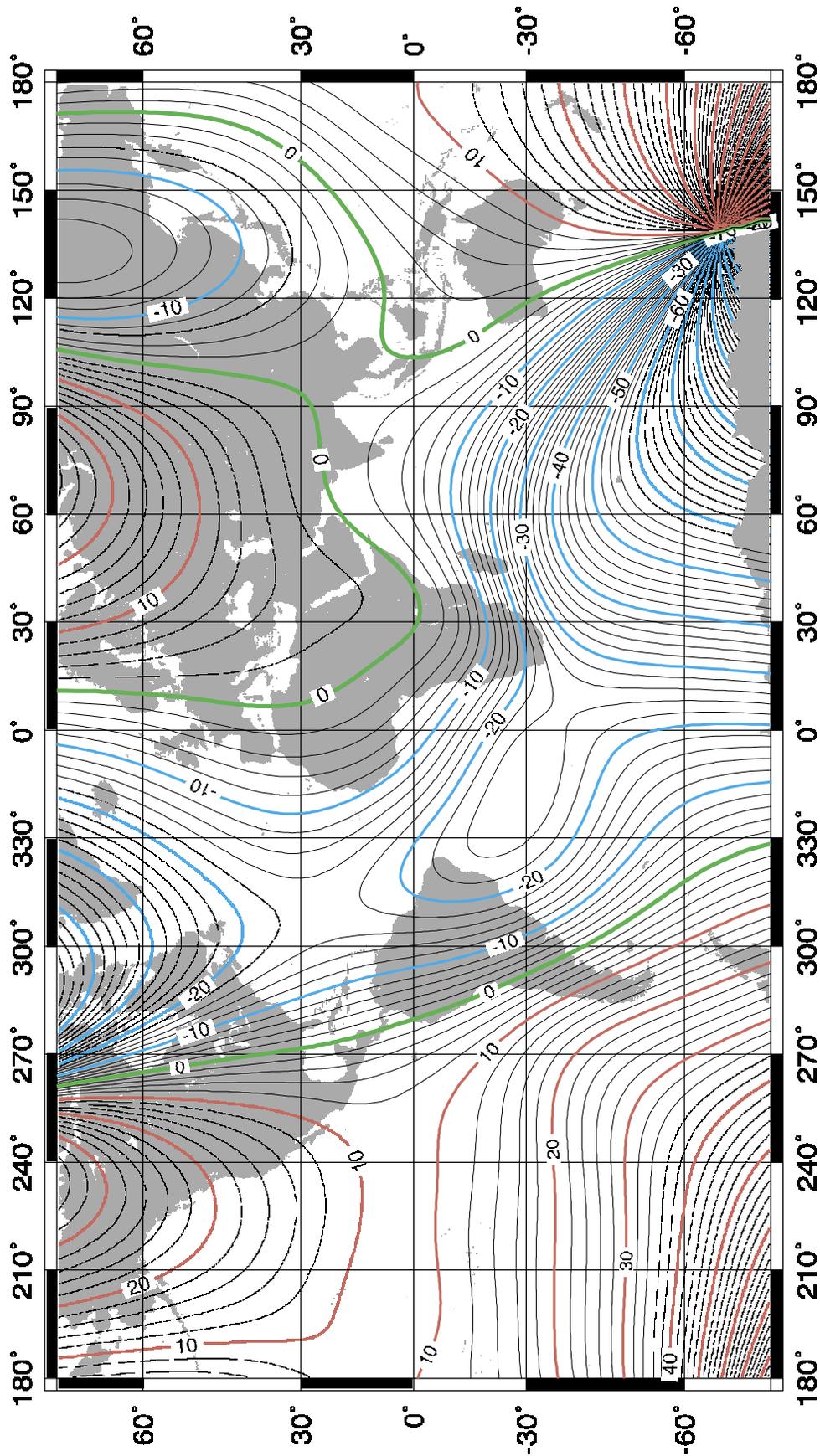
### Desviación Magnética

En la Tierra, los Polos Magnéticos Norte y Sur no se alinean exactamente con los Polos Norte y Sur verdaderos (del eje de rotación de nuestro planeta). El Polo Norte magnético se desplaza lentamente y actualmente se encuentra en los territorios del noroeste de Canadá, a unos 11 grados del Polo Norte. Además, las propiedades magnéticas de la composición de la Tierra varían ligeramente entre posiciones. Por ello, a cada lugar concreto le corresponde una única desviación del campo magnético de la Tierra. Generalmente, se debe sumar o restar un pequeño valor de unos pocos grados de la lectura de la brújula magnética para determinar la dirección del Norte verdadero. Este valor se conoce como *desviación magnética* o *declinación magnética* y depende de la posición. La Figura GPS-P-4 es un mapa del mundo de declinación magnética. Se puede utilizar esta figura para determinar el Norte verdadero en su posición. También se puede utilizar un mapa topográfico para determinar la declinación magnética. Se necesitará conocer el Norte verdadero para llenar la parte superior de la *Guía de Campo de Medición de la Dirección del Viento en Investigación de la Atmósfera* y para la *Guía de Campo de Posición de Apoyo del GPS*. Hay que asegurarse de ajustar la brújula al Norte verdadero según las siguientes indicaciones.

Figura GPS-P-3: Superficie del Geoide y del Elipsoide







**Cómo Determinar la Dirección del Norte Verdadero de su Localización:** Determine la declinación magnética de su localización usando el mapa que se presenta arriba. Sume este valor a los cero grados (Norte Magnético). El resultado representa la dirección hacia el Norte Verdadero en su localización. Nota: Por favor recuerde que si su valor de declinación es negativo, debe restarlo de los cero grados.

**Crédito:** U.S. Geological Survey USGS/Ft. Collins, CO, USA

Unidades (declinación): grados  
 Intervalo entre curvas: 2 grados  
 Proyección del mapa: Mercator



# Brújula: Norte Verdadero

La aguja magnética de una brújula es atraída por el magnetismo de la Tierra, y eso es lo que hace que siempre apunte hacia el Norte. Sin embargo, en realidad hay dos Polos Norte en la Tierra. Uno es el *Polo Norte Verdadero*, que está situado geográficamente en el extremo superior de la Tierra (a 90° de latitud Norte); y el otro es el *Polo Norte Magnético*, una zona de rocas de alto magnetismo bajo el centro de Canadá.

Mapas y direcciones se basan en el Norte verdadero, mientras la aguja de la brújula apunta hacia el Norte magnético. La declinación magnética es el ángulo entre el Norte verdadero y el Norte magnético. Su tamaño y dirección depende del lugar de la Tierra en el que nos encontremos. Es necesario determinar la declinación para obtener la orientación correcta de la brújula. Las brújulas tienen bien un mecanismo para fijar el ángulo de declinación o bien una escala para determinar la declinación.

Debido a que las brújulas son atraídas por los objetos metálicos, darán lecturas incorrectas si el usuario está cerca de, o lleva, objetos metálicos, entre los que se incluyen relojes, llaves, etc.

## Tres partes básicas de la brújula

1. La *aguja magnética* (Ver A en la Figura GPS-P-5) es atraída por el Polo Norte magnético de la Tierra. El extremo magnético (rojo) siempre apunta hacia el norte magnético.
2. La *esfera o limbo graduado* (B) se utiliza para marcar el rumbo deseado. El rumbo se lee en grados en la flecha de dirección (C) en la parte superior de la brújula. La esfera está graduada a intervalos de 2 grados de 0 a 360 grados. Las direcciones cardinales están a 0° (ó 360°), 90 grados, 180 grados y 270 grados, correspondiendo a Norte, Este, Sur y Oeste respectivamente.
3. La *plataforma base* (D) tiene una flecha orientadora (E) y una flecha de dirección (C). Algunos modelos también tienen otros componentes que se utilizan para alinear la aguja magnética e indicar la "línea de viaje".

## Ajuste del Rumbo de la Brújula

### Paso 1:

Colocar el limbo (B) en la lectura de grados deseada (la dirección en la que se quiere viajar) de manera que el rumbo correcto de la brújula se alinee con la flecha de dirección (C).

### Paso 2:

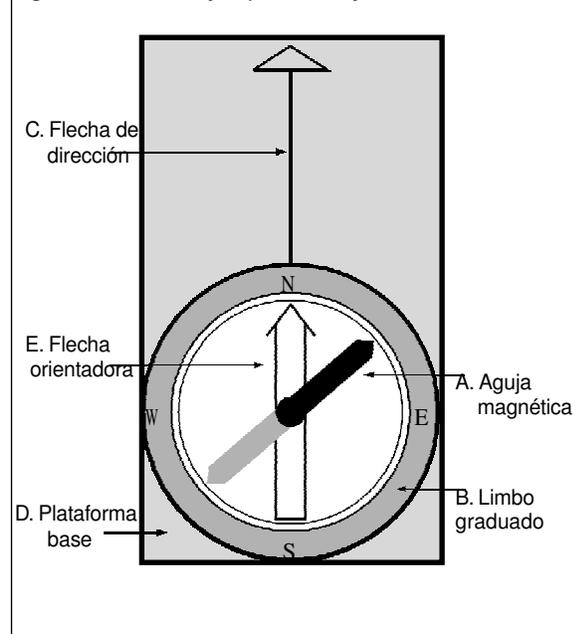
Mientras se mantiene a nivel la brújula, girar el cuerpo hasta que el extremo final de la aguja magnética (A) se alinee con la flecha orientadora (E).

### Paso 3:

La dirección deseada u objetivo quedará ahora directamente en línea recta en la dirección en la que se está sujetando la brújula (la dirección que marca la flecha de dirección).

Hay que asegurarse de elegir un objeto delante de nosotros en línea con el rumbo de la brújula y caminar hacia él. Esto permitirá caminar sin mirar a la brújula. Cada pocos pasos parar y comprobar que todavía se está viajando en la dirección deseada.

Figura GPS-P-5: Ejemplo de brújula



## Apoyo al Profesorado

### Logística de las Mediciones

1. El alumnado debe determinar la latitud, longitud y altitud de su centro escolar y del resto de los sitios de estudio GLOBE.
2. Recordar que la posición y la altitud de cada sitio sólo se debe determinar una vez.
3. Si el centro escolar no tiene un receptor GPS y les han prestado uno, sería posible determinar todos los sitios de los que es necesario realizar mediciones GPS. Esto permitirá recoger datos GPS de todos los sitios en un corto período de tiempo (por ejemplo, una semana).
4. Localización de las mediciones GPS: en algunos sitios GLOBE se tiene una clara visibilidad del cielo y, por tanto, una buena recepción de satélites (por ejemplo, sitio de estudio de Atmósfera). En otros, especialmente en el de cobertura terrestre y fenología, se puede tener una recepción pobre debido a una cobertura

densa. La posición del centro escolar se debe determinar en la puerta principal del centro, por lo que el edificio puede bloquear la recepción de satélites hasta cierto punto. En estos casos usar la *Guía de Campo del Protocolo de Posición de Apoyo del GPS*.

### Preparación del Alumnado

Las actividades de aprendizaje de esta Investigación proporcionan ejercicios adicionales para ayudar al alumnado a comprender las mediciones de tiempo, posición absoluta y relativa, y ángulos, todos los elementos básicos que requieren las mediciones GPS.

### Consejos Útiles

Antes de utilizar un receptor GPS hay que asegurarse de que está configurado para mostrar las siguientes unidades:

- Hora como Hora Universal (UT)
- Altitud en metros
- Latitud y longitud en grados decimales.

Si no lo está, siga las instrucciones del fabricante o el manual del usuario para hacer estos ajustes.

Se debe tener en cuenta que algunos receptores GPS no pueden mostrar las lecturas de latitud y longitud en grados decimales. Si se tiene uno de estos receptores, se debe configurar para mostrar grados y minutos decimales, y después convertir las lecturas de latitud y longitud a grados decimales antes de enviarlas a GLOBE. Para ello, usa la fórmula y el ejemplo siguientes:

#### **Convertir de grados y minutos decimales a grados decimales:**

$$1 \text{ grado} = 60 \text{ minutos}$$

$$\text{Lectura en grados decimales} = \text{grados} + \text{minutos decimales} / (60 \text{ minutos/grado})$$

Ejemplo:

Si tenemos una lectura de latitud de 15 grados y 39.03 minutos N.

$$\begin{aligned} \text{Latitud en grados decimales} &= 15 \text{ grados} + 39.03 \text{ minutos} / (60 \text{ minutos/grado}) = \\ &= 15 \text{ grados} + 0.6505 \text{ grados} = 15.6505 \text{ grados} \end{aligned}$$

Sitio de estudio	Posición mediante GPS
Centro escolar	Entrada principal
Sitio de estudio de atmósfera	Posición de la caseta meteorológica
Sitio de estudio de hidrología	Posición del sitio de muestreo de agua
Sitios de estudio de suelos: Sitio de caracterización del suelo Sitio de humedad del suelo Sitio de temperatura del suelo	Posición del perfil del suelo Centro del patrón estrella de humedad del suelo Posición del sitio de humedad del suelo o del de atmósfera
Sitios de muestreo de cobertura terrestre	Centro del área homogénea de 90m x 90m
Fenología	Posición del árbol, arbusto o metro cuadrado de herbáceas utilizado para las mediciones de reverdecimiento y senescencia.

# Protocolo de GPS

## Guía de Campo

### **Actividad**

Hallar la latitud, longitud y altitud del centro escolar o de un sitio de estudio GLOBE.

### **Qué se Necesita**

-Receptor GPS

-Hoja De datos del GPS

-Reloj

-Lápiz o bolígrafo

### **En el Campo**

1. Llevar el receptor GPS al lugar exacto del que se quiere determinar latitud, longitud y altitud.
2. Encender el receptor, asegurándose de que se está sujetando verticalmente y que no se está bloqueando la visibilidad del cielo de la antena. En la mayoría de los receptores la antena es interna, y se encuentra en la parte superior del receptor.
3. Después de un mensaje de inicio, el receptor empezará a buscar algunos satélites. Algunos receptores pueden mostrar los valores de latitud, longitud y altitud anteriores mientras capta las señales de los satélites.
4. Esperar a que el receptor indique que al menos se han adquirido cuatro satélites y se puede tomar una buena medición. En la mayoría de los receptores, esto se indica mediante la aparición del mensaje “3-D”.
5. En intervalos de un minuto y sin mover el receptor más de un metro, anotar cinco lecturas en una copia de la *Hoja de Datos de la Investigación de GPS* de todos los dígitos y símbolos que aparezcan de los siguientes datos:
  - a. Latitud
  - b. Longitud
  - c. Altitud
  - d. Hora
  - e. Número de satélites
  - f. Iconos de estado “2-D” o “3-D”
6. Apagar el receptor.
7. Hallar la media de las cinco latitudes, longitudes y altitudes.
8. Comprobar que los resultados tengan sentido. Se puede obtener una medida aproximada de su latitud y longitud mirando en un mapa mundial o local.
9. Copiar y enviar todas las lecturas GPS como posición del sitio de estudio al archivo de datos del alumnado GLOBE.
10. Seguir este protocolo para cada sitio del que se necesite determinar latitud, longitud y altitud.

# Protocolo de Posición de Apoyo del GPS.

## Guía de Campo

### **Actividad**

Hallar la latitud y la longitud del centro escolar o de un sitio de estudio cuando el receptor GPS no puede realizar una medición precisa.

### **Qué se Necesita**

-Receptor GPS	-Reloj
-Brújula magnética	-Lápiz o bolígrafo
-Cinta métrica	- <i>Hoja de Datos de Mediciones GPS de la Posición de Apoyo</i>

### **En el Campo**

1. Determinar la dirección del Norte verdadero desde su posición mediante la Figura GPS-P-4.
2. Ir al sitio deseado y marcarlo con una bandera o cualquier otro marcador apreciable.
3. Seguir la *Guía de Campo del GPS* para confirmar que no se puede obtener una buena recepción con el GPS.
4. Utilizar la brújula para determinar el norte verdadero.
5. Desplazarse bien hacia el Norte o hacia el Sur hasta llegar al área abierta más cercana en la que se pueda seguir satisfactoriamente la *Guía de Campo del GPS*. Esta será la posición de apoyo.
6. Seguir la *Guía de Campo del GPS* y anotar la latitud y la longitud. Marcar esta posición como la posición de apoyo.
7. Anotar si la posición de apoyo se encuentra hacia el Norte o hacia el Sur del sitio de estudio.
8. Medir la distancia entre la posición de apoyo y el sitio de estudio en metros y anotarlo en la *Hoja de Trabajo de Datos de la Posición de Apoyo del GPS*.
9. Dividir esta distancia entre 110,000 metros por grado para determinar la diferencia de latitud (en diezmilésimas de grado) entre la posición de apoyo y su sitio de estudio.
10. Dependiendo de la dirección de la posición de apoyo:
  - Si el desplazamiento es hacia el Norte del sitio de estudio, restar este valor de la latitud de la posición de apoyo para hallar la latitud de su sitio de estudio.
  - Si el desplazamiento es hacia el Sur de su sitio de estudio, sumar este valor a la latitud de la posición de apoyo para determinar la latitud de su sitio de estudio.
11. La longitud del sitio de estudio es la misma que la de la posición de apoyo.
12. Determinar la altitud del sitio de estudio a partir de un mapa topográfico.



## **Preguntas Frecuentes**

### **1. ¿Cuánto tiempo tarda el receptor GPS en determinar la latitud, longitud y altitud?**

El receptor GPS puede tardar varios segundos o minutos en adquirir un número suficiente de satélites después de encenderse. Esto depende de la disponibilidad de satélites en el momento de la medición, de la presencia de obstáculos y del estado de las pilas del receptor. Si tarda más de cinco minutos en encontrar satélites, se debe cambiar las pilas e intentarlo de nuevo.

### **2. El receptor no está mostrando la latitud y la longitud. ¿Por qué?**

El receptor tiene muchas funciones disponibles en varias pantallas tras la pantalla de “Localización” que generalmente aparece cuando el receptor se enciende. Por favor, lea el manual para conocer estas otras funciones del receptor GPS.

### **3. El receptor muestra “Insuficientes satélites”, “Recepción de señal pobre” o algo similar. ¿Qué se debe hacer?**

No anotar datos si aparece alguno de estos mensajes. Cuando el receptor tiene una buena vista del cielo, esperar o desplazarse ligeramente normalmente es suficiente para que estos mensajes desaparezcan. Situarlo cerca del receptor o un grupo de gente alrededor del receptor puede obstaculizar la visión del receptor de satélites, y puede provocar pérdidas intermitentes de la señal, lo que dará lugar a la aparición de estos mensajes. Hay que separarse del receptor o mantenerlo en alto. Si hay densa cobertura, es posible que el receptor no pueda encontrar los cuatro satélites requeridos. Dado que los satélites se mueven en el cielo, volverlo a intentar posteriormente puede proporcionar mejores resultados. Si persisten los problemas debido a obstáculos, se deberá seguir la *Guía de Campo de Posición de Apoyo del GPS*.

# ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE



## ***¿Cuál es la Respuesta Correcta?\****

Mediante una serie de actividades, el alumnado aprenderá que no hay respuestas “correctas” para algunas preguntas.

Disponer de un receptor GPS es opcional.

## ***Direcciones Absolutas y Relativas***

Un conjunto de actividades para introducir al alumnado en los conceptos de latitud, longitud, coordenadas y direcciones absolutas y relativas. No se necesita receptor GPS.

\* Ver la versión completa de la e-guía de la *Guía del Profesor GLOBE* disponible en el sitio web de GLOBE y en el CD-ROM.

# ¿Cuál es la Respuesta Correcta?



## **Objetivo General**

Presentar al alumnado el concepto de que a veces no hay una respuesta “correcta” a una pregunta o medición.

## **Visión General**

El alumnado aprende a tener cuidado cuando busca una respuesta “correcta” a preguntas como “¿Qué hora es?” comparando las múltiples mediciones de la hora del día. El alumnado adquiere un conocimiento intuitivo de las características de las mediciones imperfectas. Utilizando diferentes relojes, el alumnado anota la hora que muestran. Las mediciones resultantes se convierten de minutos y segundos a segundos. Estas mediciones se muestran para ilustrar las técnicas matemáticas de cálculo de la media y desviaciones de la media.

## **Objetivos Didácticos**

Aprender cómo medir el tiempo.

Comprender la exactitud de una medición.

## **Conceptos Científicos**

Niveles de mediciones incorporan grados de precisión.

Hay técnicas matemáticas para caracterizar la precisión de una medición.

## **Habilidades de Investigación**

### **Científica**

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y dirigir investigaciones científicas.

Utilizar las matemáticas apropiadas para analizar datos.

Desarrollar descripciones y explicaciones a partir de la experiencia.

## **Tiempo**

Aproximadamente una clase.

## **Nivel**

*Elemental* – hacer sólo el paso de comparación de relojes.

*Medio y avanzado* – hacer la actividad completa

## **Materiales y Herramientas**

Al menos un reloj por alumno, de cualquier tipo, que muestre segundos.

Papel y algo para que el alumno pueda anotar las horas

Copias de la *Hoja de Trabajo de Mediciones de Tiempo de la Investigación de GPS* y formularios imprimibles para cada alumno/a.

Opcional pero deseable:

Calculadora con funciones de suma, resta, multiplicación y división; receptor GPS (Utilizado como fuente de hora estándar. El receptor GPS no es esencial. Si tiene acceso a uno, utilícelo como reloj de alta precisión).

## **Preparación**

Consiga al menos 10 relojes para usar en clase. El alumnado puede utilizar los relojes del centro escolar o traer relojes de su casa.

## **Requisitos Previos**

*Nivel de iniciación* – capacidad de leer la hora en un reloj.

*Nivel intermedio y avanzado* – capacidad de hacer dibujos y gráficos.

## Antecedentes

Las mediciones de GPS se realizarán a partir de una gran variedad de instrumentos repartidos por amplias regiones geográficas y largos períodos de tiempo. Se han hecho esfuerzos para recomendar instrumentos de precisión y resolución que son suficientes para cumplir las metas científicas subyacentes. Sin embargo, habrá variaciones entre los valores de las mediciones debido a la diversidad de características de los instrumentos, y del alumnado investigador.

### ¿Cuál es la Respuesta Correcta?

Cuando se hacen mediciones, generalmente se quiere conocer la calidad de los valores obtenidos. Generalmente nos preguntamos “¿Estaré lejos de la respuesta correcta?” o “¿Será esta la respuesta correcta?” Esto supone que hay una respuesta correcta con la que comparar el valor medido.

A veces sí hay una respuesta correcta. Sin embargo, cuando los científicos miden una cantidad, especialmente si es la primera vez, puede que no haya un estándar con el que comparar los resultados. Si hay un único aparato para hacer una medición concreta y no hay razón para dudar de los valores que se están tomando, es razonable considerar esas mediciones como estándar.

El problema viene cuando hay varios instrumentos de medición y alguien dice ser capaz de obtener los resultados “correctos” o mejores. Se dice que “alguien con dos relojes no sabe qué hora es”. En este caso, el usuario o el científico tiene que decidir cómo manejar los valores potencialmente diferentes o cómo decidir qué mediciones y estándares usar.

## Resolución y Precisión Utilizando Relojes

El número de dígitos o la menor unidad de tiempo que se puede obtener de manera fiable en un reloj es la resolución del instrumento. Así, un reloj digital que muestre 12:30:21 (siendo 12 horas, 30 minutos, y 21 segundos) tiene una resolución de un segundo, porque muestra la hora hasta el segundo más próximo. Un reloj analógico (que tenga manecillas de hora, minutos y segundos) también tiene una resolución de un segundo, porque a partir de la manecilla de los segundos se puede leer hasta el segundo más

próximo. Un reloj analógico que sólo tenga manecillas de horas y minutos tiene una resolución sólo de un minuto, a no ser que se pueda determinar la posición del minutero entre marcas.

Sin embargo, el reloj que se puede medir con resolución de un segundo se puede desviar de alguna fuente estándar de hora en una fracción de segundo pasadas unas horas. La capacidad del reloj para mantener la hora “correcta” es su precisión. Por ello, si se tiene un reloj que se adelanta 10 minutos cada día, se puede seguir sabiendo la hora con una resolución de un segundo, pero sólo tiene una precisión de 10 minutos al día. También se dice que este reloj tiene un error de 10 minutos al día.



Figura GPS-RA-1: Un Grupo de Relojes, Todos con Diferente Exactitud y Resolución.

Los relojes son un contador de algo que cambia según pasa el tiempo. Los primeros relojes determinaban la hora contando gotas de agua o granos de arena que caían. No eran especialmente precisos, ya que es difícil controlar el tamaño de las gotas de agua o la cantidad de arena cayendo. Posteriormente se han utilizado como relojes la oscilación de un péndulo, las vibraciones de diapasones, las oscilaciones mecánicas en cristales cargados eléctricamente y las resonancias atómicas. Cada uno de estos relojes ha sido más preciso que su predecesor, y todos dependen de la mayor estabilidad y repetibilidad de un proceso físico cíclico subyacente. Ver Figura GPS-RA-1.

Para que todos los relojes muestren la misma hora, lo ideal sería que cada reloj se pusiera a la misma hora simultáneamente y que estuviera bajo las mismas condiciones ambientales y mecánicas. Esto raramente sucede. Generalmente los relojes se ponen en hora a horas diferentes y a partir de referencias diferentes, tienen precisiones diferentes, construcción diferente y están expuestos a ambientes diferentes. Un conjunto de relojes mostrará horas ligeramente diferentes. Esta variación en los valores se producirá también en la mayoría de instrumentos de temperatura, distancia y otras mediciones del programa GLOBE (termómetros, cintas métricas, etc.).

A la hora de decidir cuándo dar de comer a una mascota, un error de unos pocos minutos de un día a otro puede ser insignificante. Sin embargo, las mediciones de posición de un Sistema de Posicionamiento Global dependen de que los relojes que incorporan los satélites sean muy precisos. Un error de un simple microsegundo (1/1.000.000 segundos) puede hacer que la posición que muestra el GPS tenga un error de más de 300 metros. La resolución deseada y la precisión dependen del usuario y de su conocimiento del instrumento.

### **Estándares Horarios**

Hasta la llegada del ferrocarril americano a finales de 1800, había pocos estándares ampliamente aceptados para la hora. Cada población tenía su propio reloj, generalmente relacionado con el mediodía solar local, que es cuando el sol alcanza su punto más alto en el cielo, o algún otro evento de los astros. Sin embargo, al desplazarnos 15 grados en longitud o unos 1600 kilómetros a lo largo del ecuador, la hora del mediodía solar local varía en una hora. Las zonas horarias se crearon e implementaron para lograr horarios constantes en áreas de tamaño continental. Los ferrocarriles necesitaban y presentaban un marco de referencia común.

En la actualidad todas las zonas horarias están referenciadas respecto a la longitud 0 grados que pasa por Greenwich, Inglaterra. Greenwich dispone de uno de los observatorios astronómicos más importantes. El mismo que fue establecido como patrón de la hora para la navegación naval británica. Así, la hora en Greenwich, Inglaterra, se utiliza como un estándar y se llama Hora Media de Greenwich

(GMT), Hora Universal (UT) o, a veces, hora Zulu (Zulu hace referencia a cero o a los cero grados de longitud). En el Protocolo de GPS GLOBE se utilizará el término hora universal (UT).

La Marina y el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) de los Estados Unidos y las compañías de telefonía mantienen las horas estándares a partir de relojes atómicos de gran precisión que cuentan las vibraciones de unos átomos bajo condiciones bien definidas. La estación de radio de los EE.UU. identificada como WWV continuamente transmite la hora del día en inglés en las ondas cortas de radiofrecuencias 5, 10, 15, 20 y 25 MHz desde Boulder, Colorado. Estas frecuencias en sí mismas están sujetas a estándares horarios atómicos. El Gobierno canadiense proporciona un servicio similar en inglés y en francés con su estación de radio de onda corta CHU en 7.335 y 14.670 MHz. En el mundo existen muchos servicios similares.

### **El Sistema de Posicionamiento Global**

El Sistema de Posicionamiento Global tiene una serie de satélites que transmiten señales de tiempo a partir de los relojes atómicos de alta precisión que llevan incorporados. Por ello, un receptor GPS puede mostrar la hora con una precisión comparable a la de los relojes del satélite. El receptor GPS puede incluso eliminar el retraso debido al tiempo de viaje entre el satélite y el receptor terrestre, ya que el receptor conoce tanto la posición de los satélites como la suya propia. Así, los receptores GPS se han convertido en la mejor alternativa a tener nuestro propio reloj atómico.

### **Telecomunicaciones**

Las comunicaciones entre ordenadores dependen de las mediciones de tiempo que deben ser más precisas que la velocidad a la que viajan los datos. Si alguien está usando un módem de 14,4k bit/segundo para transferir datos vía Internet, el módem debe recibir un nuevo bit de información cada 1/14.400 ó 70 microsegundos. Así, los relojes del ordenador tienen que tener suficiente resolución como para poder separar cada fracción de tiempo de 70 microsegundos y deben ser suficientemente precisos entre la transmisión y la recepción, de manera que no se desincronicen en más de una fracción de los 70

microsegundos. Estas necesidades se logran fácilmente utilizando relojes de cristal de cuarzo a los que se puede hacer vibrar mecánicamente a valores elegidos entre 10 mil y 100 millones de veces por segundo. Las vibraciones se cuentan electrónicamente por un circuito digital para determinar la cantidad de tiempo que ha pasado.

### **Qué Hacer y Cómo Hacerlo**

#### **Paso 1. Conseguir los Relojes**

Localizar al menos diez (y preferiblemente más) relojes que funcionen y que tengan una resolución de un segundo. Asignar cada reloj a un alumno/a, mientras que otro alumno/a será el encargado de llevar el tiempo. En una situación de clase en la que varios alumnos/as tienen relojes de pulsera, estos relojes bastarán. Relojes de pared con segundero en varias habitaciones también servirán. Cada alumno/a debe estar preparado para anotar la hora y poder ver u oír al encargado de llevar el tiempo.

#### **Paso 2. Realizar las Mediciones**

El encargado de llevar el tiempo se colocará en una posición central. Transcurridos 30 minutos y cero segundos, este alumno/a indicará al resto que anoten la hora que muestran sus relojes hasta el segundo más cercano. Quizá el encargado del tiempo podría empezar una cuenta atrás en alto cuando falten diez segundos para la hora designada, para preparar a sus compañeros.

Aunque cualquier hora sirve, al elegir 30 minutos aumenta las posibilidades de que durante las mediciones ningún reloj pase a la siguiente hora y complique el procesamiento aritmético posterior.

*Alumnado avanzado:* Pida al alumnado que realice los cálculos y gráficos.

*Otro alumnado:* El profesorado realiza los cálculos y gráficos fuera de la clase para su posterior presentación y discusión. Aunque el alumnado más joven puede que no entienda los cálculos, entenderán cómo el dibujo del histograma representa la precisión de varios relojes.

#### **Paso 3. ¿Qué Hora Era?**

Para más detalles, ver el ejemplo de *Hoja de Datos de Mediciones de Tiempo de la Investigación de GPS* y las instrucciones.

Determinar la media de todas las mediciones de hora del día.

Para determinar la hora media del día en la que se han tomado los datos:

Determinar los segundos que pasan de la hora inicial hasta la hora anotada por cada participante. Sumar estos valores de segundos para obtener un resultado. Dividir por el número de participantes para obtener una hora media. Convertirla de nuevo a minutos y segundos, y anotar.

#### **Paso 4. ¿Están Bien Nuestros Relojes? Determinar la Desviación de la Media.**

Calcular la diferencia de la hora de cada participante con respecto a la hora media. El signo no importa, todos los valores se toman como positivos. Sume todos los valores y halle la suma. Divida la suma por el número de participantes para hallar la desviación media. La desviación media es una medida de cuánto se aleja cada medida de la hora media.

Haga un gráfico con las diferencias respecto de la media de las horas anotadas. Ver la *Hoja de Datos N° de Datos versus Diferencias*.

Cada casilla equivale a 10 segundos y difiere en 10 segundos del número medio de segundos. Anotar el número medio de segundos en el cuadro central. Colocar una X en la casilla adecuada para el número de segundos de cada participante. Este tipo de gráfico se llama histograma.

¿Cómo variaría el gráfico si se tuvieran relojes más o menos precisos?

## ***Investigación Posterior***

Si se tiene acceso a un receptor GPS, usar su hora para poner en hora el reloj que va a ser utilizado como guía para las mediciones. La hora mostrada en el receptor GPS probablemente será la más precisa de las disponibles.

Si se tienen relojes de mayor precisión, ¿cómo variará la desviación media calculada?

El alumnado con acceso a programas de hoja de cálculo quizá quiera automatizar los cálculos aritméticos.

El alumnado avanzado, quizá quiera investigar los conceptos estadísticos de desviación estándar y variancia.

## ***Evaluación del Alumnado***

### ***Cuantitativa***

Pregunte al alumnado cómo variaría el histograma si se dispusiera de relojes mejores o peores. Si fueran mejores: las X estarían más juntas. Peores: más separadas. ¿Pueden anotar valores de relojes? ¿Comprenden la aritmética? ¿Se debería descartar algún dato? Si algún dato es evidentemente erróneo, tal como el de un reloj que se ha parado, ¡sí!

### ***Cualitativa***

El alumno/a debe ser capaz de describir situaciones en las que es razonable o no exigir una respuesta “correcta”. El alumno/a debe ser capaz de hacer una lista de ejemplos de mediciones que hacen en sus vidas y contrastarlas con las resoluciones disponibles y deseables para tales mediciones. El alumno/a debe asumir la responsabilidad de determinar la precisión y resolución necesarias para las mediciones que se requieran en una investigación.

# Investigación de GPS

## Hoja de Datos de Mediciones de Tiempo

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Número de Participante	Horas anotadas			Segundos que pasan de la hora (Segundos)	Media (Segundos)	Diferencia de la media (Segundos)	Media de las diferencias (Segundos)		
	(H)	Min	Seg)						
1	12	30	0	1800		6.9			
2	12	29	54	1794		12.9			
3	12	30	1	1801		5.9			
4	12	30	15	1815		8.1			
5	12	31	1	1861		54.1			
6	12	30	25	1825		18.1			
7	12	30	3	1803		3.9			
8	12	30	7	1807		0.1			
9	12	29	22	1762		44.9			
10	12	30	1	1801		5.9			
11	Participaron 10 alumnos/as				1806.9		16.08		
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
				10	= N°. de participantes	1806.9	= Suma	160.8	= Suma de la diferencia

### Instrucciones

#### Anotar las horas

**Determinar el número de segundos que han sobrepasado la hora anotada por cada participante.**

(Segundos Totales = Minutos x 60 + Segundos)

**Determinar la hora media.**

(Hora media = Suma de segundos / Número de participantes)

**Calcular la diferencia de la hora de cada participante respecto de la media.**

(Diferencia = Segundos sobre la hora - Media de segundos)

(No tener en cuenta el signo – Todos los resultados son números positivos)

**Determinar las medias de las diferencias.**

#### Dibujar el histograma

**Anotar el número medio de segundos en la casilla central.**

**Cada casilla se aleja en 10 segundos de la media y abarca 10 segundos.**

**Determinar la hora para cada casilla añadiendo o restando de la media.**

**Por cada número de segundos sobre la hora, coloque una "X" en la casilla más cercana.**

(El número de X tiene que ser igual al número de participantes)

# Investigación de GPS

## Hoja de Datos de Mediciones de Tiempo

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Número de Participante	Horas anotadas		Segundos que pasan de la hora (Segundos)	Media (Segundos)	Diferencia de la media (Segundos)	Media de las diferencias (Segundos)
	(H)	Min				
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
				Número medio de segundos sobre la hora		Desviación media
				Suma dividida por el número de participantes		Suma de la diferencia dividida entre el número de participantes

= N°. de participantes     
  = Suma     
  = Suma de la diferencia

**Instrucciones**

**Anotad las horas**

**Hora media**  
 (Minutos)      (Segundos)  
     

**Cálculos**

**Determinar el número de segundos que han sobrepasado la hora anotada por cada participante.**  
 (Segundos Totales = Minutos x 60 + Segundos)

**Determinar la hora media.**  
 (Hora media = Suma de segundos / Número de participantes)

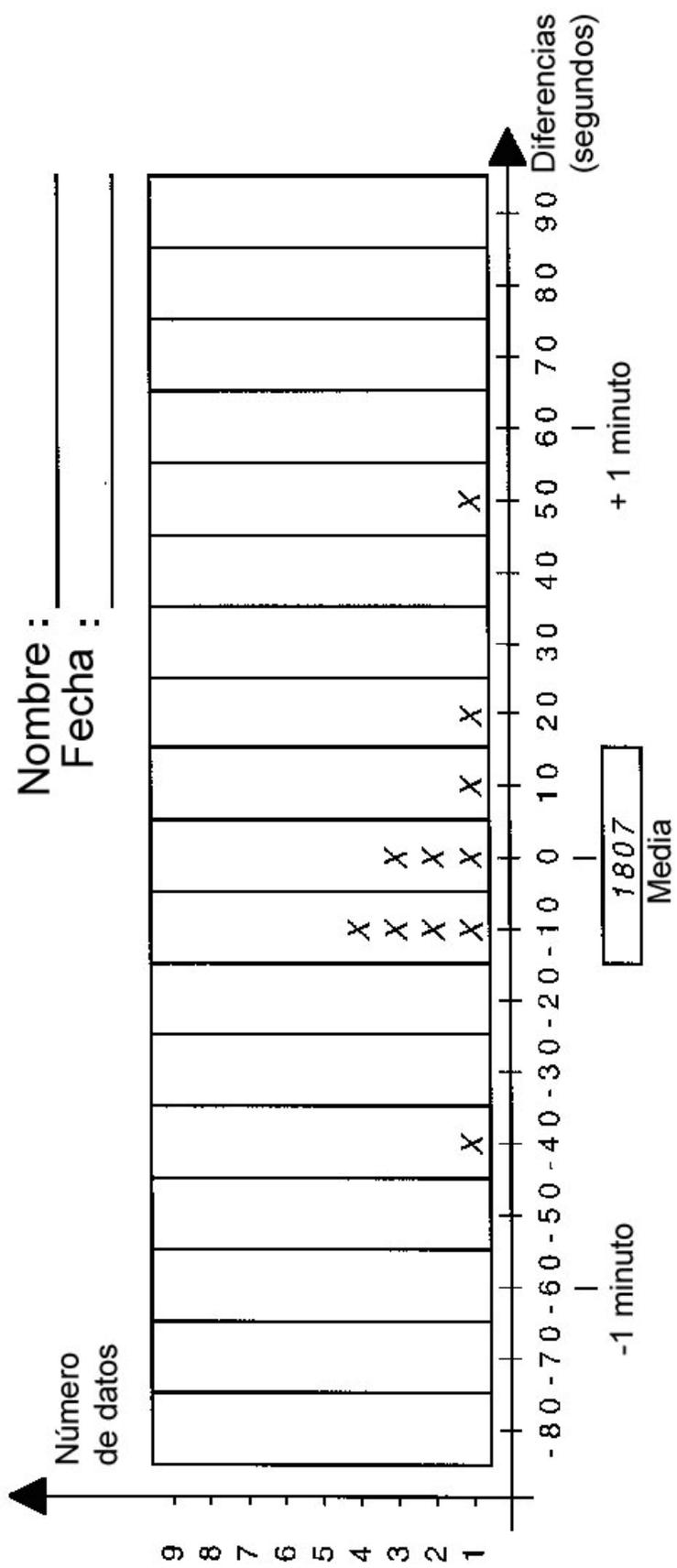
**Calcular la diferencia de la hora de cada participante respecto de la media.**  
 (Diferencia = Segundos sobre la hora - Media de segundos)  
 (No tener en cuenta el signo – Todos los resultados son números positivos)

**Determinar las medias de las diferencias.**

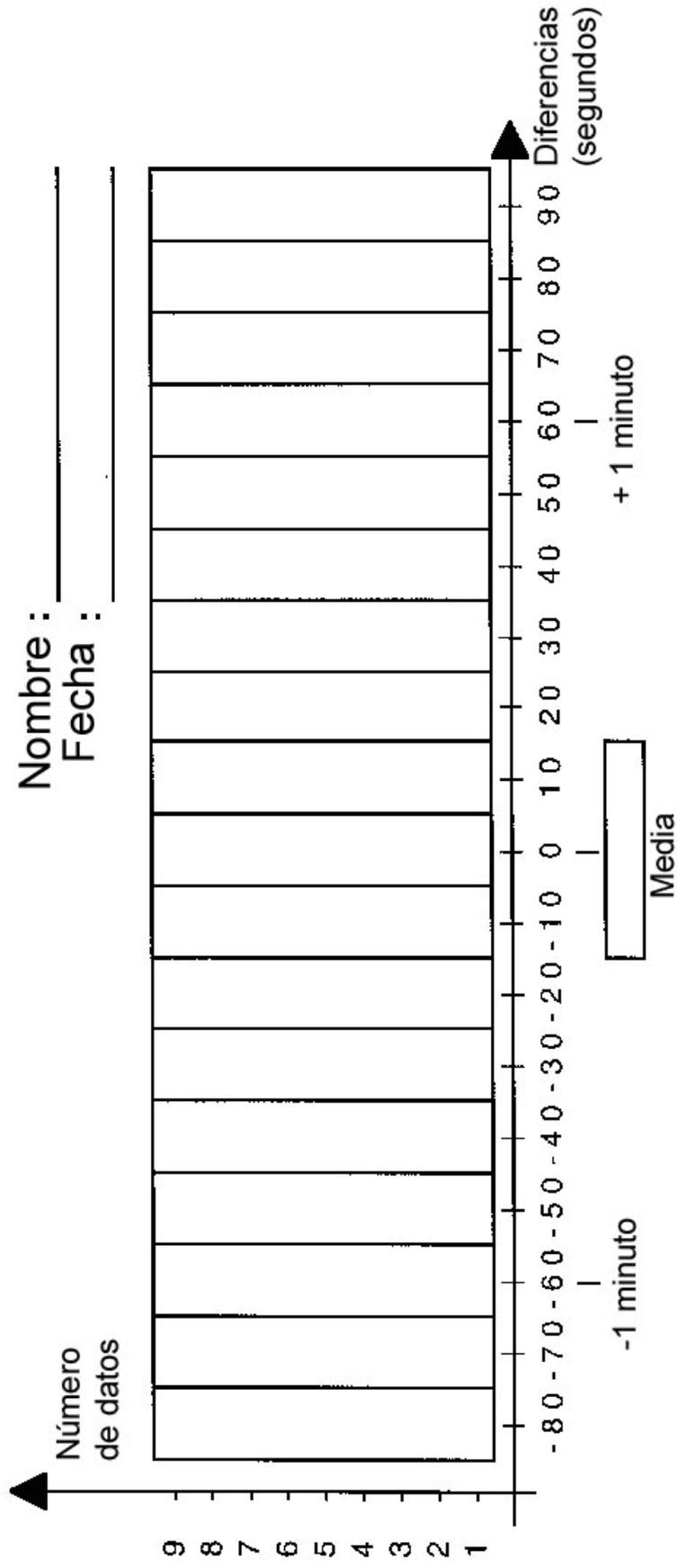
**Dibujar el histograma**

**Anotar el número medio de segundos en la casilla central.**  
**Cada casilla se aleja en 10 segundos de la media y abarca 10 segundos.**  
**Determinar la hora para cada casilla añadiendo o restando de la media.**  
**Por cada número de segundos sobre la hora, coloque una "X" en la casilla más cercana.**  
 (El número de X tiene que ser igual al número de participantes)

Nombre : \_\_\_\_\_  
 Fecha : \_\_\_\_\_



Nombre : \_\_\_\_\_  
 Fecha : \_\_\_\_\_



# Direcciones Relativas y Absolutas



## **Objetivo General**

Comprender los conceptos de latitud y longitud.  
Desarrollar habilidades matemáticas.

## **Visión General**

El alumnado comienza formulando la simple pregunta: “¿Dónde estoy?” Posteriormente aprenderá sobre el magnetismo de la Tierra y el uso de brújulas y ángulos. También aprenderán la diferencia entre posiciones relativas y absolutas.

Con esta actividad, el alumnado practica la utilización de varias habilidades matemáticas.

## **Objetivos Didácticos**

Aprender cómo localizar una posición.

## **Conceptos Científicos**

La latitud y longitud determinan la posición.

Una brújula utiliza el campo magnético de la Tierra para mostrar la dirección.

## **Ciencias Físicas**

La posición de un objeto se puede describir de forma relativa respecto a la de otro objeto.

## **Geografía**

La posición es necesaria para mostrar información en mapas.

## **Habilidades de Investigación Científica**

Uso de una brújula magnética para determinar de manera precisa la dirección angular.

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas.

Desarrollar descripciones y explicaciones a partir de la experiencia.

Compartir procedimientos y explicaciones.

## **Tiempo**

Entre uno y cinco períodos de clase, dependiendo de lo que se elija realizar.

## **Nivel**

Todos los niveles, con algunas excepciones indicadas.

## **Materiales y Herramientas**

Lápiz y papel.

Papel milimetrado.

Brújulas magnéticas.

Brújulas de dibujo (para dibujar círculos).

Guantes.

Reglas y metros de madera.

Imán en barra.

## **Preparación**

Ninguna

## **Requisitos previos**

*Nivel principiante:* el alumnado debería, en el momento de desarrollo apropiado, aprender a utilizar los conceptos de latitud y longitud para ubicar una posición.

*Nivel intermedio y avanzado:* conocimiento básico de grados, ángulos y sistemas de coordenadas.

## **Antecedentes**

El programa GLOBE utiliza receptores GPS para determinar la latitud y la longitud de los sitios de estudio GLOBE. Sin embargo, los conceptos de latitud y longitud, coordenadas asociadas a sistemas de referencia absolutos, o ángulos desde el norte, pueden ser nuevos para muchos estudiantes. Este conjunto de actividades introduce estos conceptos.

Cuando se pregunta al alumnado “¿Dónde está?”, puede que respondan “En casa” o “En el colegio”. Las respuestas están en su propio marco de referencia local. Si se utiliza una brújula magnética para determinar la dirección de un árbol que está hacia el Norte de nuestra posición, probablemente se afirmará que ese árbol está hacia nuestro Norte. Sin embargo si nos desplazamos sustancialmente hacia nuestro Este o al Oeste y utilizamos la misma brújula para determinar la dirección hacia el mismo árbol, nos daremos cuenta de que el árbol está a nuestro Noreste o Noroeste. Ni el árbol ni los polos magnéticos de la Tierra se han movido, pero la brújula indica una dirección diferente respecto del árbol. Hay algo absoluto en las posiciones del árbol y los polos, pero hay algo relativo en la técnica de medida. El punto de inicio se ha movido.

Si se superpone una cuadrícula de un sistema de coordenadas sobre un área geográfica de interés o sobre el mundo entero y se numeran las diversas líneas de la cuadrícula, se obtiene un marco de referencia en el que se podría determinar de manera inequívoca cualquier posición independientemente de la relación entre una posición y otra cualquiera. Latitud y longitud son los nombres de los valores del sistema de coordenadas con el que se trabajará para la determinación geográfica de posiciones con el Sistema de Posicionamiento Global.

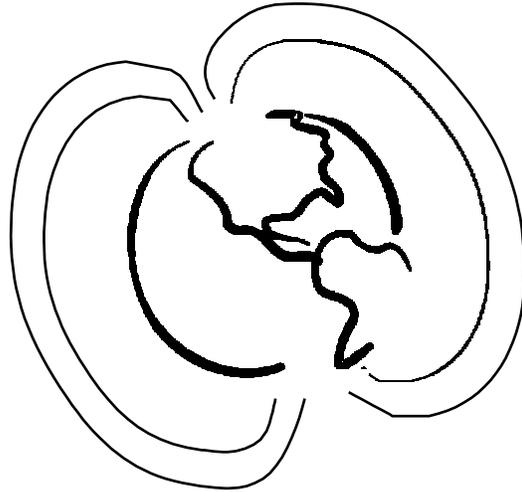
## **Qué Hacer y Cómo Hacerlo**

### ***Paso 1. Posiciones Relativas: ¿Dónde Estoy? (Para todos los niveles)***

Pida a los alumnos y alumnas que se pregunten a sí mismos “¿Dónde estoy?” y que hagan una lista de palabras o dibujen dónde están. Discutir en clase lo que significa “¿dónde estamos?”.

Fomente las preguntas y el tiempo de reflexión sobre dónde se encuentra una persona y cómo alguien puede explicar dónde se encuentra. Algunas preguntas buenas para realizar al

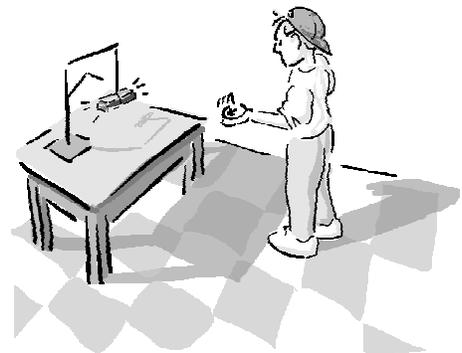
alumnado son: ¿Cómo pueden describir su posición a otros alumnos si se encuentran: en la clase, en otra clase, en otro centro escolar, en otra ciudad, en otro país? ¿Utilizaron los alumnos y alumnas referencias absolutas o relativas para describir su posición? Resalte sus marcos de referencia.



*Figura GPS-RE-1: La Tierra como Imán Gigante*

### ***Paso 2. Intentando Imponer un Marco de Referencia: La Tierra Magnética (Para todos los niveles)***

Nuestro planeta proyecta un campo magnético gigante, como si contuviera una gran barra de imán. Ver la Figura GPS- RE-1. Otros imanes (como una aguja magnetizada) son atraídos por los polos magnéticos de nuestro planeta. Una brújula magnética contiene un imán que puede rotar libremente y observarse. Así, las brújulas magnéticas son útiles instrumentos de navegación, ya que permiten ver la dirección del campo magnético de la Tierra, que prácticamente se alinea con los polos Norte y Sur de la Tierra.



*Figura GPS-RE-2: Imán suspendido*

Colgar un imán en barra de una cuerda lejos de cualquier objeto de metal y dejar que el imán deje de moverse o rotar. Atar la cuerda a los extremos del imán, como se muestra en la Figura GPS-RE-2.

Preguntar al alumnado qué pasará. El imán dejará de girar, de manera que sus polos estarán alineados con las direcciones Norte y Sur. El alumnado puede comprobar la dirección Norte-Sur comparando el imán con la brújula magnética.

Para utilizar la brújula, sujétela con el brazo y mano extendidos. Sujetar la brújula plana respecto al suelo, de manera que la aguja se pueda mover libremente, y mantenerla lejos de cualquier objeto de metal. Hay que colocarse de manera que se pueda mirar la brújula mientras se espera a que la aguja deje de moverse. No se debe colocar la brújula cerca del imán, ya que disminuirá la efectividad de la brújula.

**Paso 3. Introducción a los Ángulos de la Brújula (Para nivel principiante)**

En una hoja de papel en blanco, anotar las siguientes observaciones, utilizando una brújula magnética para la dirección.

- Anotar la posición concreta (por ejemplo, en la roca grande cerca de la ventana de clase) y la fecha.
- Hacer un listado de todas las cosas que están directamente a su Norte (utilizar la brújula para determinar su dirección), Este, Sur y Oeste, después escribir un párrafo descriptivo sobre cada dirección.

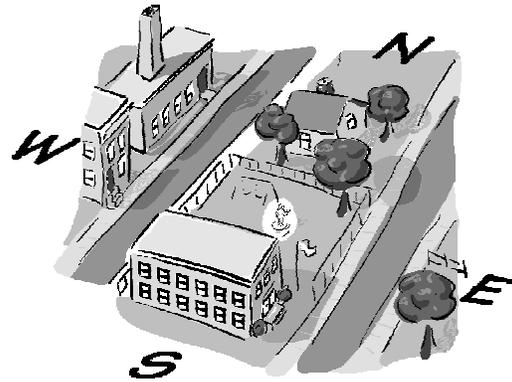


Figura GPS-RE-3: Una Vista Panorámica

Consejo: se debe ser preciso en la descripción de lo que se ve y en qué dirección se encuentra respecto a nosotros. Anotar sólo los objetos permanentes. En las zonas en las que haya muchas cosas que se parezcan, intentar destacar las diferencias específicas.

Recordar que los buenos científicos son precisos con sus descripciones y sus dibujos. Ellos comparan y contrastan sus observaciones. Los ejemplos deberían incluir las siguientes descripciones para dos centros escolares diferentes. Ver Figuras GPS-RE-3, GPS-RE-4a y 4b.

1. El edificio de ladrillo rojo-marrón con los marcos de ventana verde está en el Oeste. Al Norte de ese edificio se encuentra la fábrica de la gran chimenea.
2. El área al este tiene un olmo aislado con una verja que se aleja del observador.

Hacer preguntas sobre las observaciones para motivar al alumnado a comparar y contrastar.



Figuras GPS-RE-4a y GPS-RE-4b: Vista desde un centro escolar mirando hacia el oeste; vista desde un centro escolar mirando hacia el este

#### *Paso 4. Ángulos de la Brújula Intermedio y Avanzado (Para alumnado de nivel intermedio y avanzado)*

Un círculo se puede dividir en 360 grados ( $360^\circ$ ). Ver la Actividad de Aprendizaje de GPS *Trabajo con Ángulos*. Las direcciones de navegación desde cualquier posición se dan como ángulos de ese círculo, siendo el Norte el punto de partida, o  $0^\circ$ ; el Este  $90^\circ$ ; el Sur  $180^\circ$ ; y el Oeste  $270^\circ$ .

##### **Direcciones angulares desde el Norte**

Se puede usar la mano para medir ángulos direccionales de manera eficaz. Como se muestra en la Figura GPS-RE-5, si se extiende el brazo, se cierra la mano en un puño y se extiende el pulgar, el ancho de la mano (con el pulgar extendido) es de unos  $15^\circ$  (es posible que se necesite extender también el dedo meñique). Esto supone que entre el Norte y el Este caben seis puños con el pulgar extendido. (Cada puño con el pulgar extendido equivale a  $15^\circ$ , y al haber  $90^\circ$  entre el Norte y el Este,  $90^\circ$  entre  $15^\circ$  por cada puño son seis puños). Ver Figura GPS-RE-5: Uso de la mano para medir  $15^\circ$ .

Debido a que las relaciones angulares de cada mano pueden variar ligeramente, es posible que se tenga

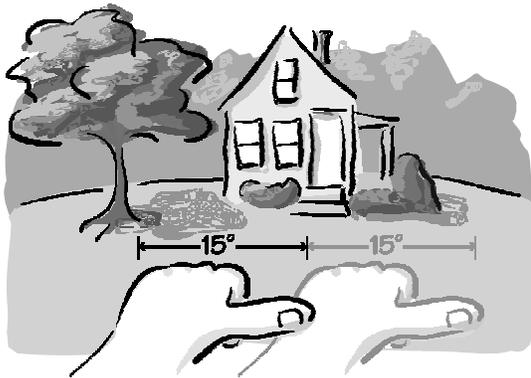


Figura GPS-RE-5: Uso de la mano para medir  $15^\circ$

que extender el dedo un poquito para que se ajuste a  $90$  grados. Puede que se necesite repetir la medición de seis puños varias veces entre el norte y el este hasta obtener sistemáticamente el mismo número de puños en varios intentos. Se debe mantener la mano lo más fija posible. Hay que fijarse en lo que hay en la punta del pulgar, y después mover la mano de manera que el dorso de la mano quede donde estaba la punta del pulgar. Para realizar mediciones de ángulos en otras ocasiones, hay que recordar cómo se

extendió el brazo y la mano. Practique colocando la mano y el pulgar de manera que se tenga un número constante de “manos” entre el Norte y el Este o el Norte y el Oeste. A continuación, anotar lo que se ve al final del ancho de cada mano. Cuando ya se esté seguro con las mediciones, proceder con la observación panorámica de abajo.

##### *Paso 5. Panorama de Observaciones (Para todos los niveles)*

Coger una hoja de papel y doblarla por la mitad a lo largo. Cortar por el doblez, de manera que se obtengan dos mitades del papel. Pegar los extremos del papel a lo largo, y marcar las cuatro direcciones en el papel, tal como se indica en la Figura GPS-RE-6, de manera que el norte esté en los dos extremos y el sur en la mitad. Anotar todas las observaciones que se realicen en forma de dibujos a lo largo de la tira de papel.

Ahora que ya se ha tenido contacto con la brújula magnética y con las direcciones de la brújula, colocarse en el mismo punto que se eligió para la actividad de la brújula. Dibujar una vista panorámica del paisaje de alrededor representando con dibujos lo que se ve en cada una de las cuatro direcciones. El alumnado también puede marcar las direcciones que quedan entre las principales (sudeste, noroeste, etc.), midiendo los ángulos con sus puños.

##### *Paso 6. Determinar la Hora a Partir del Sol*

En este paso se utilizará el puño para medir la hora. Dado que el sol se mueve  $15^\circ$  por hora a través del cielo, se puede estimar el tiempo en horas hasta la puesta de sol midiendo el número de anchos de mano desde el sol hasta el horizonte Oeste. Conociendo la hora local de puesta de sol ¡se puede estimar la hora local sin un reloj!

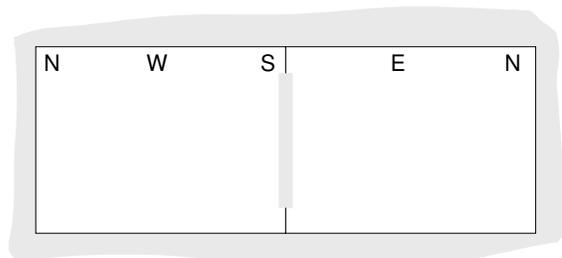


Figura GPS-RE-6: Preparación de la tira de papel para dibujar un panorama

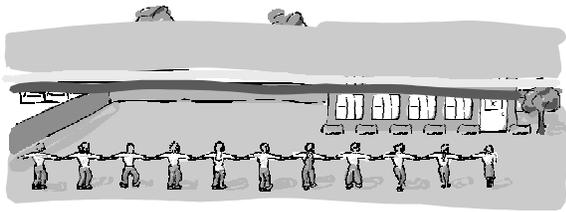


Figura GPS-RE-7: Alumnos y alumnas alineados de cara a una marca hacia el Norte

**Paso 7. El Norte, Sur, Este y Oeste, ¿son direcciones absolutas o relativas? (Para todos los niveles)**

Salir al exterior y marcar un punto a unos dos metros de alto sobre el suelo (por ejemplo, con cinta adhesiva formando una cruz en una ventana del colegio), de manera que se pueda disponer al alumnado a lo largo de una línea en dirección Este-Oeste al sur de la marca. Pedir al alumnado que se alinee con la persona más al Este justo al sur de la marca. La distancia entre ellos será la de sus brazos extendidos. Ver Figura GPS-RE-7.

En la Figura GPS-RE-8, cada cuadro representa un alumno. Con la brújula en mano, el primer alumno mide la dirección a la que se encuentra la marca, y encuentra que está al Norte y que el ángulo es  $0^\circ$ . El alumnado anotará “0” en el cuadro correspondiente, el marcado como “1”. Cada alumno, por orden numérico, realizará una medición del ángulo entre el Norte y la marca. Puesto que todos los resultados se encuentran entre el Norte y el Este en el escenario mostrado, los resultados deberían estar entre  $0^\circ$  (Norte) y  $90^\circ$  (Este).

¿Por qué obtiene cada alumno una medición ligeramente diferente? ¿Miraban todos al mismo punto? Los ángulos de su brújula son relativos a su posición individual y diferentes ubicaciones.

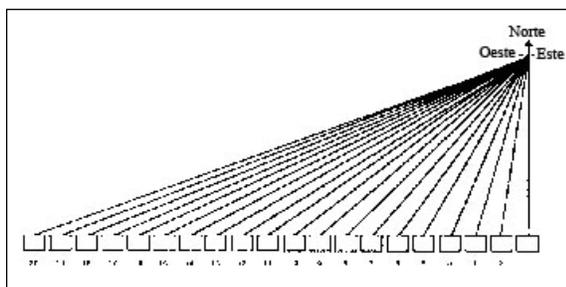


Figura GPS-RE-8: Diagrama del alumnado de cara una marca concreta

**Paso 8. Las Direcciones de la Brújula son Relativas a la Posición (Para todos los niveles)**

A efectos prácticos, los Polos Norte y Sur magnéticos de la Tierra se encuentran cerca del los ejes de rotación Norte y Sur de nuestro planeta. En ausencia de otros imanes, la aguja de la brújula magnética se orienta según el campo magnético de la Tierra. Así, la aguja señalará los polos magnéticos de la Tierra. (Los polos magnéticos de la Tierra no se moverán mucho a lo largo de nuestras vidas).

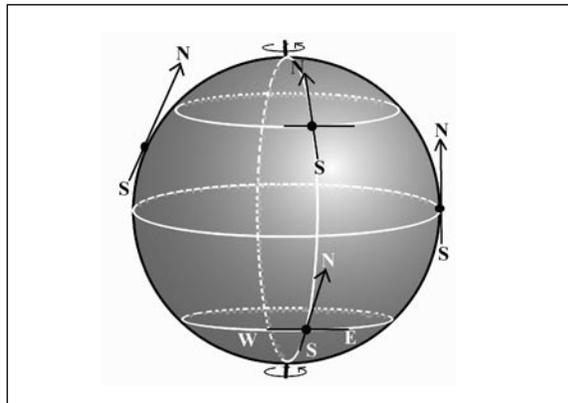


Figura GPS-RE-9: Percepción de la dirección Norte desde distintos lugares en la Tierra. h

Los polos magnéticos de la Tierra parecen fijos. Sin embargo, un observador en el ecuador diría que la dirección Norte es tangente al ecuador. Otro observador a medio camino entre el ecuador y el polo norte también diría que la dirección Norte es tangente al globo en su posición. Sin embargo, estas dos líneas no son paralelas. Ver la Figura GPS-RE-9. Por ello, no apuntan hacia la misma dirección. Lleva un globo terráqueo y muestra esto en diferentes posiciones de todo el mundo. Se podrá comprobar que la dirección a la que se llama Norte depende de la posición. Por ello, el Norte, el Sur, el Este y el Oeste son direcciones relativas. Estas direcciones son mediciones de ángulos en la dirección del polo Norte magnético relativas a la posición desde la cual se realiza la medición.

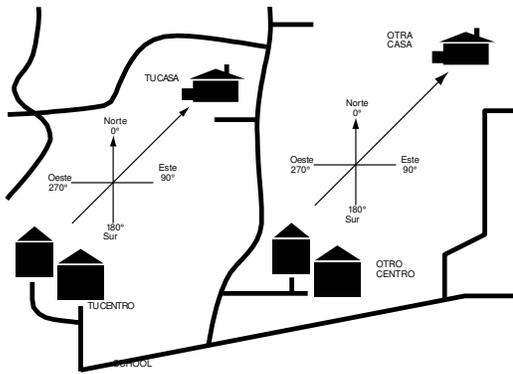


Figura GPS-RE-10: Las direcciones desde casa al colegio son diferentes para cada persona

**Otros antecedentes:** Las direcciones no son necesariamente únicas. ¿Qué problemas origina esto? La navegación entre posiciones arbitrarias requiere un punto conocido como referencia fija. Para dar una dirección a alguien que se encuentra en un lugar diferente es necesario tener algún punto en común antes de darla. Un punto de partida o de llegada único (como en las rutas de comercio), proporciona un marco de referencia absoluto o fijo como el de un sistema de coordenadas sobre un mapa. La latitud y la longitud proporcionan un marco de referencia similar para nuestro planeta esférico. Se puede utilizar el dibujo y el mapa de la Figura GPS-RE-10 para ayudar al alumnado a comprender las direcciones y posiciones absolutas y relativas. Una versión de página completa de la Figura GPS-RE-10 se incluye al final de esta Actividad de aprendizaje para fotocopiarla para el alumnado. Describir como ir desde el centro escolar a casa. Después, describir cómo ir desde otro centro escolar a otra casa. Después, preguntar ¿cuál es la diferencia? Una adivinanza sobre direcciones absolutas: alguien construye una casa. Todas las paredes exteriores de la casa miran hacia el Sur. Un oso llega a la casa. ¿De qué color es el oso? (Respuesta: Blanco – si todas las paredes de la casa miran al Sur, entonces la casa debe estar en el Polo Norte. Los únicos osos que hay en el Círculo Polar Ártico son los osos polares).

### Paso 9. Descripción de una Posición (Para todos los niveles)

Se quiere introducir marcos de referencia absolutos para describir posiciones. El alumnado recordará las actividades anteriores para contestar a la pregunta “¿Dónde estoy?” o “¿Dónde está algo?” y aprenderá que deben concretar el “dónde” con suficiente claridad para poder comunicar su posición sin ambigüedad a cualquier otra persona. Se pide al alumnado que proporcione direcciones relativas respecto a un punto de referencia acordado o a algún sistema de coordenadas en lugar de relativo respecto a ellos mismos. Las coordenadas cartesianas (los ejes x, y en geometría y álgebra), la latitud y la longitud en el globo proporcionan tal sistema.

Colocar a dos alumnos de espaldas uno respecto al otro, cada uno con un tablero de ajedrez, de manera que no puedan ver el tablero del otro. Darles dos fichas (damas) y pedir a uno de los dos que coloque las fichas en cualquier lugar del tablero. Sin más reglas, pedir al alumno que describa al otro dónde colocar la ficha, de manera que cada ficha esté en el mismo lugar en cada tablero. Repetir el proceso comenzando por el segundo alumno. Iniciar una discusión sobre la comunicación entre los dos alumnos. ¿Cómo decidieron comunicar la posición de sus fichas? ¿Qué fue determinante para la claridad o dificultad de su comunicación?



Figura GPS-RE-11: Descripción de las posiciones de las fichas.

**Paso 10. Descripción Numérica de una Posición (Para nivel intermedio y avanzado)**

Marque un trozo de papel milimetrado o con una cuadrícula como se muestra en la Figura GPS-RE-12. Pedir al alumnado que localice las posiciones de la manera siguiente: (1,2), donde el primer número describe la distancia a mover hacia la derecha desde el cero en el eje horizontal y el segundo número describe la distancia a mover a lo largo del eje vertical.

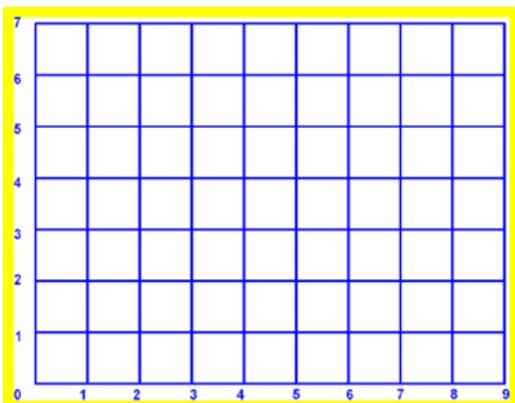


Figura GPS-RE-12: Marque una hoja de papel milimetrado

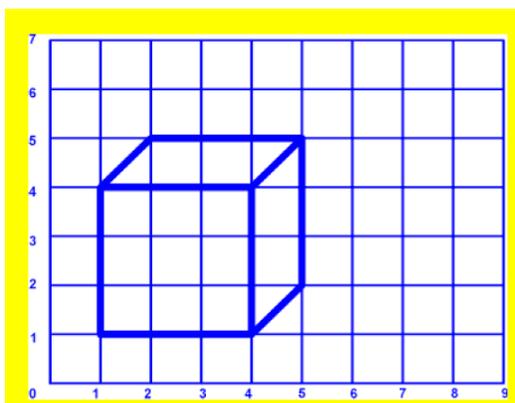


Figura GPS-RE-13: Resultado del ejemplo

Después, pedir al alumnado que haga un simple dibujo marcando las líneas entre las siguientes posiciones. Ver Figura GPS-RE-13.

- |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|
| (4,1) a (4,4) | (4,1) a (5,2) | (5,2) a (5,5) |
| (1,4) a (1,1) | (1,1) a (4,1) | (1,4) a (4,4) |
| (1,4) a (2,5) | (2,5) a (5,5) | (4,4) a (5,5) |

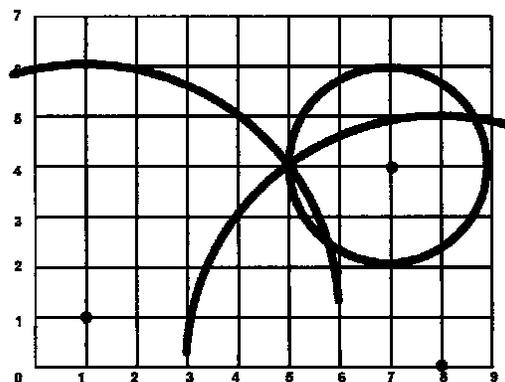


Figura GPS-RE-14: Definición de coordenadas cartesianas

Discutir sobre qué información es necesaria para comunicar puntos y dibujos. Por ejemplo, cada línea requiere información sobre el punto de partida y el de finalización.

En otro trozo de papel milimetrado, ir a la posición (7,4) y dibujar un arco con un compás que tenga un radio de dos unidades. Con centro en la posición (1,1), dibujar un arco con un radio de cinco unidades que corte al primer arco. Finalmente, dibujar un tercer arco, con radio de cinco unidades que tenga su centro en (8,0). ¿Dónde se cortan? ¿Cuántos arcos son necesarios para determinar un punto?

Suponer que las coordenadas cartesianas de la Tabla GPS-RE-1 trazan el mapa de una porción del océano y que el lado de cada cuadrado fuera la distancia que recorre una señal de radio en un milisegundo.

Tiempo de viaje de la señal		
Barco	Posición	Milisegundos
Alejandría	(0,0)	4.0
Córcega	(1,5)	2.0
Hsuchou	(6,3)	3.5

Tabla GPS-RE-1: Posición del barco y tiempo que tarda la señal de Bainbridge en llegar hasta cada barco

Tabla GPS-RE-2: Lugares en el Globo

Latitud	Longitud	Nombre
36°N	139°E	_____
60°N	30°W	_____
27°S	109°W	_____
90°S	0°E	_____
90°S	180°W	_____
—	—	Su posición
—	—	Su posición opuesta

Hay tres barcos en el mar: el Alejandría esta en (0,0), el Córcega en (1,5), y el Hsuchou en (6,3). Cada barco recibe una señal de auxilio desde un cuarto barco, el Bainbridge. El tiempo que tardó la señal de socorro en llegar a los tres barcos de rescate potenciales servirá a los barcos para hallar la posición del Bainbridge. ¿Se podría hallar el barco de rescate? (Medición de los tiempos de viaje de la señal a partir de la base del radar o del GPS.)

**Paso 11. Descripción de Posiciones Geográficas (para nivel intermedio y avanzado)**

En un globo terráqueo, las líneas este-oeste son líneas de latitud constante y las líneas norte-sur son líneas de longitud constante. Pida al alumnado que discuta sobre en qué se parecen y en qué se diferencian de las líneas de un sistema de coordenadas cartesianas. Encontrar las posiciones que se indican en la Tabla GPS- RE-2.

Traer un globo terráqueo y encontrar su posición. Estimar los valores de latitud y longitud a partir del globo. Después, encontrar el punto del globo opuesto a su posición, y estimar su latitud y longitud. ¿Cuál es la relación entre las coordenadas de latitud y longitud de estas dos posiciones opuestas?

**Nota:** Los Pasos 9, 10, y 11 contienen conceptos similares a los de la *Actividad de Aprendizaje Odisea de los Ojos* en la *Investigación de Cobertura Terrestre y Biología*.

**Adaptaciones para Alumnado más Joven y Mayor**

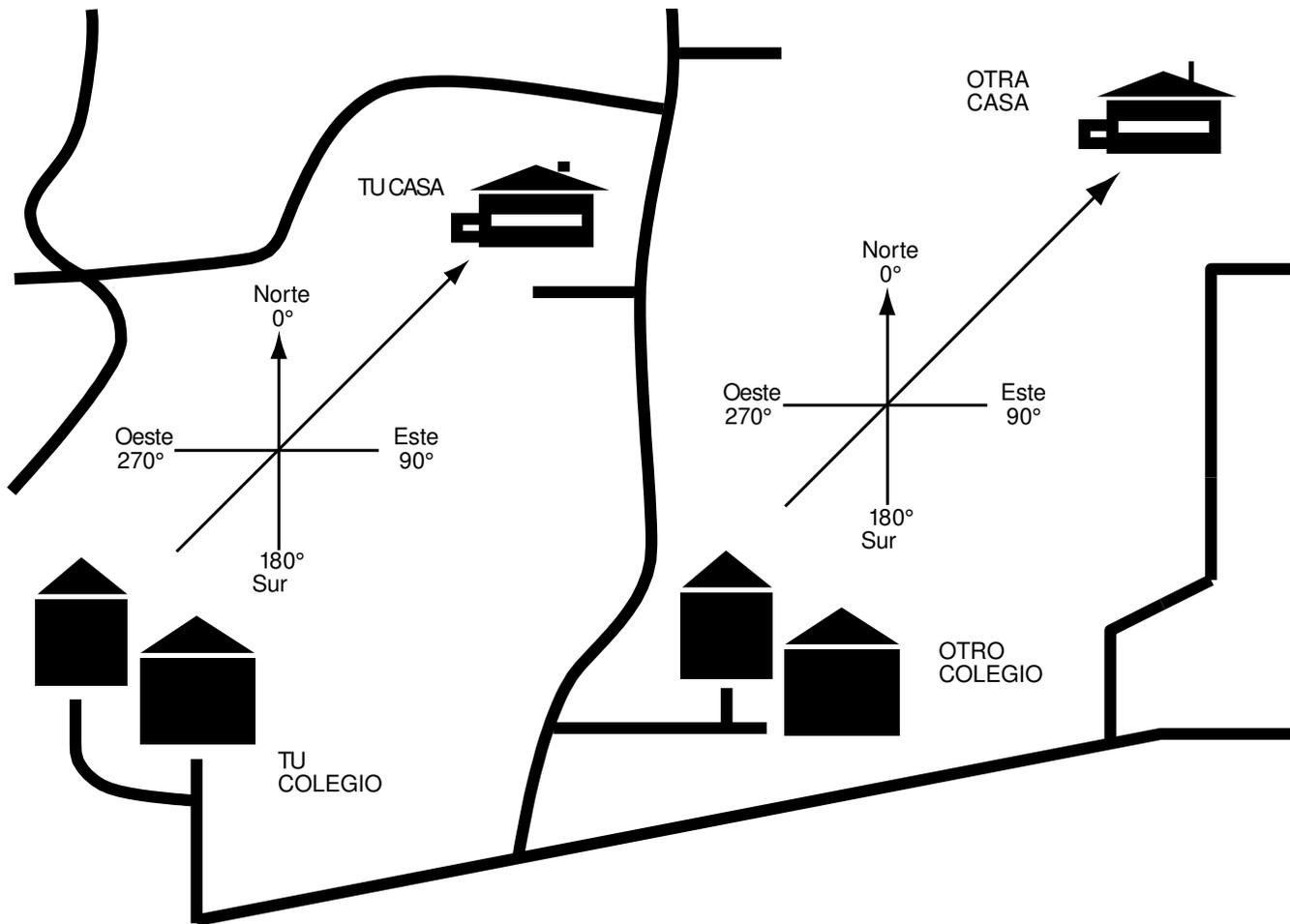
Las descripciones cualitativas de las mediciones pueden ser más apropiadas para el alumnado más joven. Por ejemplo, describir la dirección de una brújula como “Noreste” puede resultar más claro que “45° desde el norte”. Las técnicas cuantitativas y analíticas pueden ser más apropiadas para alumnado mayor. Por ejemplo, pueden utilizar el Teorema de Pitágoras para determinar la distancia entre posiciones en un sistema de coordenadas plano cuadrículado.

**Evaluación del Alumnado**

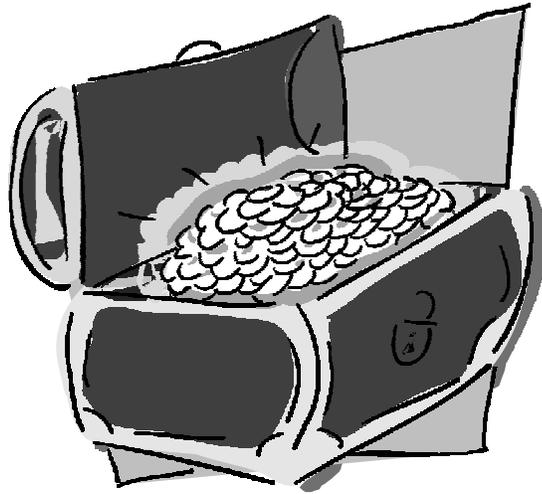
Pida al alumnado que identifique varias ciudades o puntos geográficos utilizando la latitud y la longitud. Deles un listado de ciudades y pídale que determinen la latitud y la longitud de cada una. Pídale también que hallen las distancias entre posiciones geográficas.

# Investigación de GPS

Mapa Gráfico de la Posición del Centro Escolar



# APÉNDICE



*Hoja de Datos de Ubicación del Sitio*

*Hoja de Datos de la Investigación de GPS*

*Hoja de Datos de Mediciones de GPS con Posición de Apoyo*

*Glosario*

# Investigación con el GPS

## Hoja de Datos de Ubicación del Sitio

Se necesitará, al menos, una copia de la Hoja de Datos de GPS por cada sitio de estudio GLOBE. Después de hacer las mediciones y hallar la media de los datos de posición, anotar los resultados en una de las Hojas de Envío de Datos de GPS, y después enviar los datos a GLOBE. Esto se puede hacer accediendo a la página de envío de datos de GPS dentro de la página principal del sitio web de GLOBE (<http://www.globe.gov>). Se deberá enviar la media calculada de localización de cada uno de los sitios (Sitios de Atmósfera, Cobertura Terrestre, Biología, Hidrología, Caracterización de Suelos y Humedad del Suelo, y del centro escolar). Los datos enviados se deben redondear a los 0,01 minutos más cercanos que muestre el receptor GPS.

### ***Tipo de Sitio***

(Atmósfera, Hidrología, etc.)

### ***Descripción del Sitio***

(25 caracteres o menos)

### ***Latitud Media***

(Grados enteros, minutos decimales N/S)

### ***Longitud Media***

(Grados enteros, minutos decimales E/W)

### ***Hora de la 1ª Observación***

Hora: Minutos: Segundos en UT

### ***Tipo de Receptor***

Magellan Trailblazer XL & número UNAVCO

o

Marca, número de modelo y número de serie

# Investigación con el GPS

## Hoja de Datos

Datos tomados por: \_\_\_\_\_  
Datos tomados: Año \_\_\_\_\_ Mes: \_\_\_\_\_ Día: \_\_\_\_\_  
Marca el tipo de sitio: Centro    Atmósfera    Hidrología  
Suelos                    Cobertura terrestre    Fenología  
Otro \_\_\_\_\_  
Nombre del Sitio: \_\_\_\_\_  
Nombre del Centro: \_\_\_\_\_  
Dirección del Centro: \_\_\_\_\_

No empezar a tomar datos hasta que el receptor GPS esté preparado.

Esperar al menos un minuto entre cada observación.

Anotar los siguientes datos de las pantallas correspondientes del receptor GPS.

OBS	Latitud Grados decimales (N/S)	Longitud Grados decimales (E/W)	Altitud Metros	Hora H:M:S UTC	# Sats Satélites	Mensajes Señale lo que aparezca
1						2D 3D
2						2D 3D
3						2D 3D
4						2D 3D
5						2D 3D

--	--	--

← Medias

### Información del receptor GPS

Marca: \_\_\_\_\_

Modelo: \_\_\_\_\_

# Mediciones de GPS con Posición. de Apoyo

## Hoja de Datos

Datos tomados por: \_\_\_\_\_

Datos tomados: Año                      Mes:                      Día:

Marca el tipo de sitio: Centro    Atmósfera    Hidrología

Suelos                      Cobertura terrestre                      Fenología

Otro: \_\_\_\_\_

Nombre del Sitio: \_\_\_\_\_

Nombre del Centro: \_\_\_\_\_

Dirección del Centro: \_\_\_\_\_

### **Mediciones de Apoyo con el GPS**

Latitud Medida: \_\_\_\_\_ grados N o S (marcar una)

Longitud Medida: \_\_\_\_\_ grados W o E (marcar una)

Dirección desde el sitio GLOBE a la posición de apoyo: N o S (marcar una)

Distancia desde el sitio GLOBE a la posición de apoyo: \_\_\_\_\_ metros

### **Cálculo**

Variación en latitud =  $\frac{\text{distancia: } \underline{\hspace{2cm}} \text{ metros}}{110,000 \text{ metros/grado}}$  = \_\_\_\_\_ grados

### **Latitud del Sitio GLOBE:**

Si la posición de apoyo está más lejos del Ecuador que el sitio de estudio:

Latitud del sitio GLOBE = \_\_\_\_ (Latitud medida) - \_\_\_\_\_ (Variación en la latitud) = \_\_\_\_ grados N o S (marcar una)

Si la posición de apoyo está más cerca del Ecuador que el sitio de estudio:

Latitud del sitio GLOBE = \_\_\_\_ (Latitud medida) + \_\_\_\_\_ (Variación en la latitud) = \_\_\_\_ grados N o S (marcar una)

**Longitud del Sitio GLOBE:** \_\_\_\_\_ W o E (marcar una) *La misma que en la posición de apoyo*

**Altitud del Sitio GLOBE:** \_\_\_\_\_ Tomada de un mapa topográfico a partir de la latitud y longitud del sitio.

# Glosario

## Ángulo Cenit

Para la medición del ángulo solar, este es el ángulo entre la vertical (justo sobre la cabeza del observador) y el sol. En navegación a veces se llama distancia Cenit. Los días de equinoccio de primavera u otoño, este ángulo será su latitud. El cenit es el punto directamente sobre nuestras cabezas dondequiera que nos encontremos. La suma del ángulo solar y el ángulo cenit es  $90^\circ$ .

## Ángulo solar

Ángulo entre la horizontal (el suelo) y el Sol. A veces a este ángulo se le llama ángulo de elevación o altitud solar.

## Brújula magnética

Un instrumento manual que muestra la orientación angular de un imán giratorio. Debido a que la Tierra se comporta como un imán gigante, el imán de la brújula apuntará hacia los polos magnéticos de la Tierra.

## Desviación magnética

También llamada Declinación magnética, es el ángulo entre los polos magnéticos y los polos geográficos. Se expresa en grados Este u Oeste para indicar la situación del Norte verdadero a partir del Norte magnético. El polo Norte magnético de la Tierra se desplaza lentamente y actualmente está situado en los territorios del Noroeste de Canadá a unos 11 grados del Polo Norte. Además, las propiedades magnéticas de la composición de la Tierra varían ligeramente entre lugares, lo que supone una desviación del campo magnético de la Tierra única para un sitio determinado. Estos valores se pueden encontrar en las cartas de navegación.

## Elipsoide de referencia

Una superficie suavizada que se aproxima al nivel del mar medio. Se usa por los receptores GPS como superficie de referencia para las mediciones de altitud.

## Equinoccio

Uno de los dos momentos del año en los que el sol se encuentra directamente sobre el Ecuador de la Tierra, produciéndose normalmente el 21 de marzo (equinoccio de primavera) y el 23 de septiembre (equinoccio de otoño). En estos días, hay el mismo número de horas de luz que de noche.

## Exactitud

Diferencia entre el valor medido y el valor real.

## Geoide

La superficie irregular que presenta el nivel del mar medio global y que es debido al campo gravitatorio de la Tierra.

## Histograma

Una representación que indica la frecuencia con la que un número determinado aparece en un grupo de números.

## Latitud

Ángulo en grados hacia el norte y el sur del planeta desde el ecuador. La latitud se mide en grados desde el ecuador de la Tierra ( $0^\circ$ ), correspondiendo los  $90^\circ$  a los Polos Norte y Sur.

## Longitud

Ángulo medido en grados hacia el Este y Oeste desde el eje de rotación del planeta. En la Tierra, el Meridiano Principal es la línea de Norte a Sur que pasa por la ciudad de Greenwich, Inglaterra. Esta es la longitud  $0^\circ$ , y la Línea Internacional de Fecha se encuentra a  $180^\circ$  del Meridiano Principal.

## Media

Un número que representa un grupo de números. Una media (o promedio) se calcula sumando un grupo de valores y dividiendo la suma por el número de valores sumados.

**Meridiano**

Es una circunferencia alrededor de la superficie de la Tierra que pasa por ambos polos y cruza el ecuador. Son curvas de longitud constante entre los dos polos

**Navegación**

Ciencia y tecnología que permite determinar la dirección, la posición y la distancia recorrida.

**Posiciones (o ubicaciones)**

Absolutas: Medidas a partir de una posición fija.

Relativas: Medidas a partir de alguna posición arbitraria, tal como su posición.

**Plomada**

Una línea vertical formada por una cuerda con un peso. El peso se solía hacer de plomo, y este nombre se debe a “plumbum”, un nombre químico antiguo derivado del latín para plomo.

**Precisión**

Medida de la repetibilidad de una observación, que indica en cuánto variaría cada uno de los valores con respecto de la media de todas las mediciones si una medida fuera repetida varias veces.

**Resolución**

El mínimo cambio que puede ser detectado por un instrumento

**Satélite**

Cualquier cuerpo celestial en órbita alrededor de cualquier otro cuerpo mayor

**Sitio de apoyo**

Es un lugar localizado al norte o al sur de un sitio donde se puede realizar una buena medición con el receptor GPS.

**Sistema de Posicionamiento Global (GPS)**

El Sistema de Posicionamiento Global es un sistema de navegación que consta de 24 satélites orbitando a 20200 kilómetros sobre la Tierra. A partir de las mediciones de tiempo de las señales de los satélites GPS, los receptores pueden localizar nuestra latitud, longitud y altitud.

**Solsticio**

Uno de los dos momentos del año en los que el sol alcanza el cenit al mediodía más lejos del ecuador de la Tierra, produciéndose generalmente el 21 de junio y el 22 de diciembre. Estos serán los días más largo y más corto del año, dependiendo de donde nos encontremos.

**Trigonometría**

Estudio matemático de triángulos, funciones trigonométricas y sus aplicaciones. Las técnicas trigonométricas permiten relacionar valores angulares con las longitudes de los distintos lados de un triángulo.

## **Unidades Circulares, Distancias y Relaciones**

### **Grado (°)**

Un círculo se puede dividir en  $360^\circ$  (ó 400 grados centesimales o unas dos veces Pi radianes). Pequeñas fracciones de un grado se pueden indicar bien como fracciones decimales ( $25.2525^\circ$ ) o bien mediante grados, minutos y segundos  $25^\circ 15' 9''$ ).

### **Minuto (arco minuto, ')**

Un grado se puede dividir en 60 minutos. Por ello, hay  $360 \times 60 = 21600$  arco minutos ( $21,600'$ ) en un círculo.

### **Segundo (arco segundo, ")**

Un minuto se puede dividir en 60 segundos. Por ello, hay  $60 \times 60 = 3600$  arco segundos en un grado o  $1296000$  arco segundos ( $1296000''$ ) en un círculo.

### **Radián**

Unidad de medida para ángulos que se define como el ángulo formado desde el centro de un círculo por un arco de la misma longitud que el radio del círculo. Un círculo completo contiene dos veces Pi radianes o  $360^\circ$ . Un radián equivale a unos  $57,3^\circ$ . Por ejemplo:  $25^\circ 15' 9'' = 252525^\circ =$  unos  $0,4407$  radianes. Pi es un número irracional (no se puede describir como la proporción entre dos números enteros y por ello requiere un número infinito de dígitos decimales) cuyo valor es aproximadamente  $3,141592653590$ . Al calcular el valor de Pi se obtienen millones de dígitos, pero trabajando con las distancias de la magnitud de nuestro sistema solar la exactitud del valor que se muestra aquí, incurriría en errores menores a un metro.

## **Marcos de Referencia Horaria**

### **Mediodía solar local**

Hora del día en la que el ángulo solar es mayor en nuestra posición. Esta hora es específica para una posición y varía una media hora a lo largo del año.

### **Hora media**

Anteriormente llamada Hora Civil, es el valor de la hora del día que se muestra en nuestros relojes. Está definida para representar una misma posición anual *media* del sol y cercana al punto más alto al mediodía en cada franja horaria. Cada franja horaria difiere en una hora de las adyacentes y está calculada para comprender  $15^\circ$  de longitud, con algunas pequeñas excepciones determinadas por los gobiernos para cumplir las necesidades locales o geográficas. La media se puede calcular en relación con la Hora Universal conociendo la distancia a la longitud  $0^\circ$  bien en incrementos de  $15^\circ$  o el número de franjas horarias. La Hora Universal y Media se pueden contrastar con la hora Sideral (utilizada por los astrónomos y llamada a veces hora de las estrellas) que se define como el tiempo que llevaría que cuerpos celestes distantes ocuparan el mismo lugar en el cielo después de exactamente una rotación de la Tierra alrededor del sol. Un día sideral es unos cuatro minutos más corto que un día calculado a partir de la hora media.

### **Hora Universal**

También conocida como UT, Zulú, o GMT (Hora Media de Greenwich), es la hora del día, para un día de 24 horas, calculada para mostrar la posición anual media del sol al mediodía en el punto más alto cuando se observa desde la longitud cero grados de la Tierra.

***Consecuencias de la Inclinación de 23.5° del Eje de Rotación de la Tierra Respecto del Plano de Órbita de la Tierra Alrededor del Sol.***

**Círculo Ártico y Antártico**

También llamados Círculo Polar Norte y Sur, son los extremos en latitud (66,5° Norte y Sur) desde los polos de la Tierra donde se puede experimentar total oscuridad o luz en los respectivos inviernos o veranos locales.

**Trópicos de Cáncer y Capricornio**

Son los extremos en latitud (23.5° Norte y Sur respectivamente) desde el ecuador de la Tierra entre los cuales el sol puede estar directamente en la vertical a alguna hora durante el año.