

el rectángulo, justo donde está la marca de 90°.

- Orientar el reloj con ayuda de la brújula. El triángulo colocado en los 90° debe apuntar hacia el norte. (Véase figura D.)
- Colocar el reloj en un lugar soleado sobre una hoja blanca de papel bond, a partir de las 9:00 de la mañana y registrar el avance de la sombra proyectada por el triángulo cada 30 minutos, hasta las 13:00 horas. ¿Cada cuántos grados se tuvo el paso de una hora? ¿Coincide esta medición con los 15° mencionados en la guía?

El triángulo de cartón apunta al norte

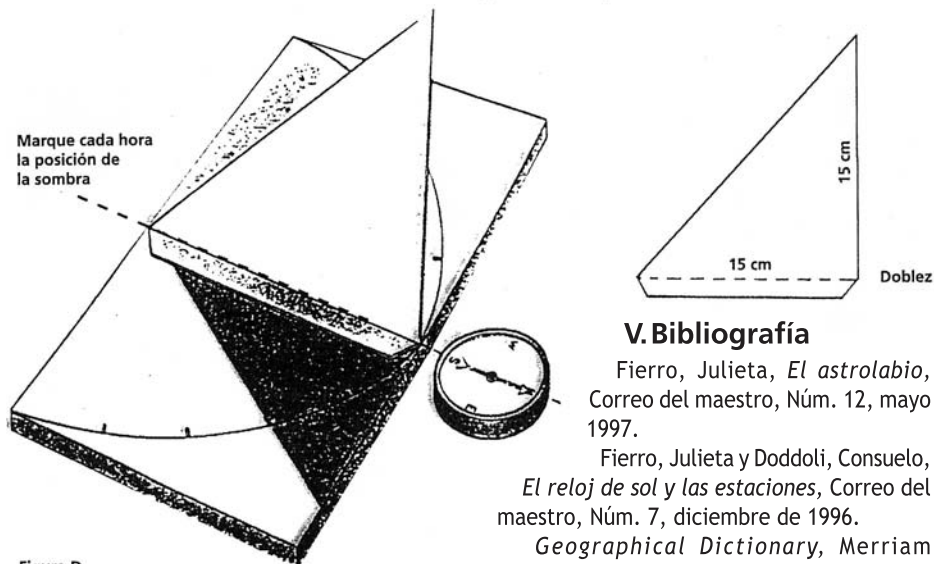


Figura D

IV. Para investigar y reflexionar

- Investiga más sobre la vida y obra cartográfica de G. Mercator y sobre las proyecciones de mapas.
- ¿Qué sucedería con un reloj de Sol colocado cerca de uno de los polos?
- ¿Qué inconvenientes presenta un reloj de Sol, aunque esté construido con precisión?
- ¿Por qué hay que orientar el reloj de Sol con la brújula? ¿Qué ajuste (latitud o longitud) se está haciendo con este paso?
- ¿Qué es el Cenit? ¿A qué punto de la esfera celeste se le conoce como Nadir?

- ¿Cómo varía el funcionamiento del reloj de Sol a lo largo de las estaciones? ¿Será siempre igual? ¿Por qué?
- Investiga cómo funciona y cómo se puede construir un astrolabio sencillo. Determina la distancia a la que se encuentran distintos monumentos o edificios desde tu casa o escuela por este método.
- ¿En qué se parecen un astrolabio y un sextante? ¿En qué se parecen un sextante y un teodolito?

V. Bibliografía

- Fierro, Julieta, *El astrolabio*, Correo del maestro, Núm. 12, mayo 1997.
- Fierro, Julieta y Doddoli, Consuelo, *El reloj de sol y las estaciones*, Correo del maestro, Núm. 7, diciembre de 1996.
- Geographical Dictionary*, Merriam Webster's, Estados Unidos, 1997.
- Inventions. Eyewitness Books*, Dorling Kindersley. Estados Unidos, 1991.
- The Random House Encyclopaedia*, Estados Unidos, 1990.
- Esperamos sus comentarios y sugerencias. Pueden enviarlas con atención a: Rosa María Catalá, Subdirectora de Educación no Formal, Casita de la Ciencia, edificio anexo *Universum*, Teléfono y fax (5) 655-15-52, correo electrónico: catalarm@servidor.unam.mx.

Los profesores pueden copiar esta guía para su uso en clase. Para cualquier otro uso es necesaria la autorización por escrito del editor de la revista.

Navegación: arte y ciencia de la orientación

De: Sergio de Régules
(No. 11, p. 22)

Maestros:

Esta guía se ha diseñado para que un artículo de cada número de *¿Cómo ves?* pueda trabajarse en clase con los alumnos, de modo que se adapte a los programas de ciencias naturales y a los objetivos generales de estas disciplinas a nivel bachillerato. Esperamos que la información y las actividades propuestas sean un atractivo punto de partida o un novedoso "broche de oro" para dar un ingrediente de motivación adicional a sus cursos.

I. Ubicación de la temática en los programas de bachillerato de la UNAM

Sistema ENP

- Geografía: A lo largo del curso.
- Física III: Primera Unidad "Introducción al curso y la relación de la física con el entorno social".
- Matemáticas V: Segunda Unidad: "Funciones trigonométricas".

Sistema CCH

No se encontró ninguna relación directa con el artículo pero, en forma equivalente al sistema ENP, su contenido se relaciona con aplicaciones tecnológicas de la física y con temas de trigonometría en matemáticas. No se imparte la materia de geografía en

este sistema, pero puede integrarse a otras materias como historia.

II. Más información

Red de paralelos de latitud y meridianos de longitud

Además de saber que la Tierra era redonda, Tolomeo contaba con el conocimiento de una red imaginaria desarrollada por Hiparco de Nicaea (170-120 antes de nuestra era). Ésta consistía en líneas norte-sur de 360 grados que se conectaban a los polos, y líneas de 180 grados paralelas al ecuador. Las líneas verticales norte-sur fueron llamadas *meridianos* (del latín meridiano o mediodía). Las líneas este-oeste se llamaron *paralelos* y, como su nombre lo indica, eran paralelas unas respecto de las otras. Los meridianos median longitud, o distancia este-oeste; los paralelos median latitud, o distancias norte-sur. Las líneas de longitud y latitud se usan todavía hoy. Se encuentran separadas aproximadamente 111 kilómetros unas de otras, un ajuste a los 112.6 kilómetros originales de Hiparco. La latitud se mide desde el ecuador; la longitud se mide a partir del meridiano primario, arbitrariamente fijado como aquel que corre a lo largo de la ciudad de Greenwich, Inglaterra.

Es importante destacar que los meridianos son iguales en longitud, convergen en los polos, están espaciados uniformemente con los paralelos y que la distancia entre ellos decrece en longitud a medida que se acercan

a los polos y están uniformemente espaciados entre los meridianos, pero la distancia entre ellos permanece constante. A esta red se le conoce comúnmente como graticula.

Elaboración de mapas: cartografía

El mapa más antiguo que se conoce está grabado en un tablilla babilonia que data del año 3000 antes de nuestra era y, como muchos ejemplos sobrevivientes de la cartografía primitiva, se refiere a un plano de tenencia o posesión de un terreno. Fue en el siglo V antes de nuestra era, cuando los griegos hicieron varios intentos para crear un mapa del mundo. Muchos de estos esfuerzos estaban basados en teorías meramente filosóficas, más que en el conocimiento geográfico registrado hasta ese momento. En los siguientes 600 años los estudiosos griegos lograron desarrollar una cartografía más objetiva, basada en mediciones y conocimientos de la época.

A finales del primer siglo de nuestra era, Ptolomeo o Tolomeo de Alejandría, compiló su obra *Geographia*. En ella analizó el problema de representar la forma esférica de la Tierra en una superficie plana e introdujo los conceptos de latitud y longitud. Gracias a éstos, todavía válidos en la actualidad, cualquier punto de la superficie terrestre puede ser localizado en esos términos. Ese punto se localiza a través de unidades de grados, minutos y segundos este u oeste del meridiano primario y norte o sur del ecuador. En la figura A se observa que la latitud de X (al ángulo entre X, el centro de la Tierra y el plano del ecuador (1) es igual a 20° mientras que su longitud (el ángulo entre el plano del meridiano primario (2) con el que pasa por X (3) y los polos), es igual a 40° .

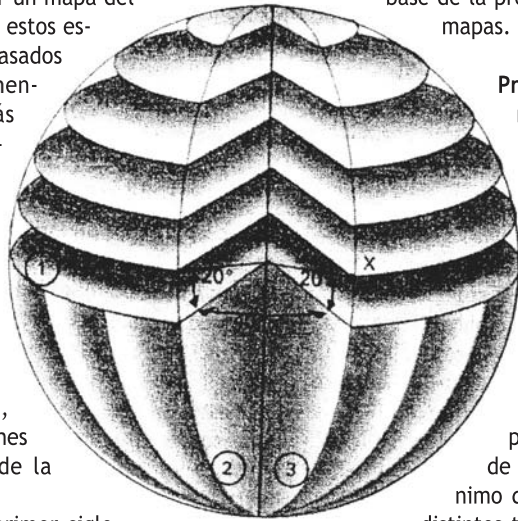


Figura A

Después de Tolomeo, la cartografía entró en un plano de decadencia hasta la época de Las Cruzadas y la expansión europea hacia "Las Indias". El trabajo de Tolomeo fue redescubierto en el siglo XV y éste, junto con los viajes de exploración de capitanes famosos como Vasco de Gama (1469-1525) y Cristóbal Colón (1451-1505), dieron nuevo impulso a la cartografía, apoyada ahora por técnicas como la impresión y el grabado. En el siglo XVI, el trabajo de las casas de mapas de Francia y Holanda, y particularmente el trabajo de Gerhardus Mercator (1512-1594), fueron la base de la producción moderna de mapas.

Proyección de un mapa

Como ya lo había entendido Tolomeo, es imposible representar de forma exacta la superficie de una esfera en una superficie plana. Una proyección de mapa es un instrumento diseñado para lograr un mapa de la Tierra con un mínimo de distorsión. Existen distintos tipos de proyecciones

y la elección depende del propósito particular del mapa. En navegación, la proyección de Mercator es, sin duda, la más útil, ya que muestra todas las líneas de dirección constante como líneas rectas. (Figuras B y C)

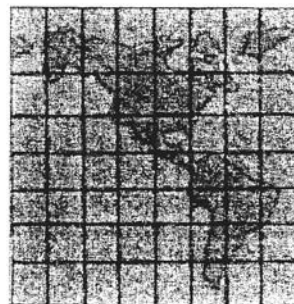


Figura B. Proyección de Mercator.

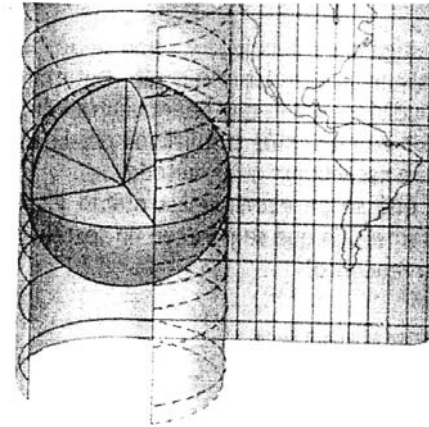


Figura C. Proyección cilíndrica.

III. Actividades

1. Problemas matemáticos de trigonometría:

- Un topógrafo que está en el fondo de una barranca determina que el ángulo de elevación de uno de los bordes de la barranca es de $15^\circ 13'$. Si el topógrafo está a 5 metros de la base, ¿cuál es la profundidad de la barranca?
- Un avión despegó de un aeropuerto y vuela con dirección N 30° O. Después de volar 100 km, ¿a qué distancia al norte del aeropuerto se encontrará?

2. Elaboración de instrumentos de medición antiguos

Construcción de un reloj solar

Aunque el reloj solar no era el más utilizado por los navegantes, su relación con el tema de esta guía y su facilidad de construcción lo convierten en una actividad adecuada. Para ello, vale la pena revisar algunos conceptos asociados a su funcionamiento. Observando la posición del Sol en el cielo, se puede tener una idea de la hora que es. Cerca del ecuador, el Sol se levanta al amanecer por el horizonte este, como a las 6 a.m.; a mediodía está cerca del cenit y al atardecer se mete en el horizonte oeste, como a las 6 p.m. Los egipcios, los griegos y muchos otros pueblos notaron que la sombra que proyectaba una estaca

clavada en el piso, cambiaba de longitud y de dirección a lo largo del día. En el amanecer y en el atardecer, la sombra que proyecta la estaca se vuelve muy corta. Esta variación de la sombra es lo que permite construir un reloj de Sol.

Para entender cómo funciona un reloj de "estaca", notamos que durante el día el Sol se mueve de oriente a poniente en aproximadamente 12 horas (recordemos que en realidad es la Tierra la que se mueve, pero para todo fin práctico diremos que es el Sol el que recorre la bóveda celeste durante el día, de este a oeste), o sea que el Sol recorre 180° (media circunferencia) en 12 horas. Si dividimos ambos números entre 12, tenemos que el Sol recorre 15° por hora, es decir, el Sol avanza en el cielo quince grados cada hora y sus rayos inciden en diferentes ángulos sobre nuestro lápiz, produciendo así una sombra de distinta longitud, dependiendo del lugar que ocupe el Sol. En el amanecer y el atardecer, las sombras que proyecta la barra son alargadas, mientras que a mediodía la sombra se vuelve muy corta.

Materiales

- Rectángulo de cartulina tipo ilustración de 15×10 cm
- Cuadrado de cartulina bristol de 15 cm
- Transportador
- Tijeras
- Pegamento
- Lápiz
- Una brújula sencilla

Procedimiento

- 1) Sobre la cartulina ilustración, apoyar el transportador en el lado de 15 cm y marcar todos los ángulos, de manera que los grados (de 0 a 180) queden marcados como en el mismo transportador.
- 2) Doblar a la mitad el cuadrado de cartulina de manera que se tengan dos triángulos rectángulos. Cortar con la tijera por la marca.
- 3) Tomar uno de los triángulos y doblarlo por un lado (1 cm) para formar una pestaña. Pegar este triángulo por la pestaña sobre