LAS MUJERES HACEN CIENCIA

HIPATIA

WOMEN DO SCIENCE

CASIO®

LAS MUJERES HACEN CIENCIA

Proyecto educativo para primer ciclo de Educación Secundaria.

Hipatia

El proyecto «Women Do Science» es una iniciativa impulsada por CASIO Educación España que tiene como objetivo visibilizar el papel fundamental de las mujeres en la ciencia a lo largo de la historia y en la actualidad. A través de materiales educativos, actividades y recursos didácticos, el proyecto busca inspirar a las nuevas generaciones a descubrir su potencial en las disciplinas STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas).

Este cuaderno forma parte de una colección dedicada a grandes científicas y pensadoras, y propone un recorrido por la vida y el legado de Hipatia de Alejandría, referente histórico del pensamiento científico y símbolo del conocimiento, el espíritu crítico y la libertad intelectual.

CASIO Educación España pone a disposición del profesorado recursos que fomentan metodologías activas e innovadoras en el aula, promoviendo el uso consciente e integrado de herramientas como las calculadoras científicas y gráficas, junto con propuestas didácticas que conectan las matemáticas con la historia, la cultura y la sociedad.

Las actividades incluidas en este cuaderno han sido diseñadas por un equipo de docentes en colaboración con CASIO Educación Italia, con el propósito de facilitar su aplicación en el aula y contribuir a una educación más inclusiva, equitativa y motivadora.

Ilustración de la portada: Conxita Herrero

Orientaciones para el uso de este cuaderno

Con vistas al avance hacia una sociedad más justa, una educación de calidad no puede prescindir de la promoción de la igualdad de género en el ámbito técnico-científico y de la educación en STEAM: esto puede, de hecho, contribuir a lograr resultados de aprendizaje más significativos y a alcanzar importantes objetivos de ciudadanía y desarrollo sostenible.

El objetivo de este cuaderno es proponer al profesorado actividades para realizar en clase, basadas en la vida y experiencias de una mujer científica, que resulten atractivas y estimulantes para el alumnado. Cada actividad está señalada con el símbolo e incluye una o varias preguntas.

Estos actividades están pensadas para el alumnado de primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria. Al final del cuaderno, se incluye la resolución de la actividad, con el fin de fomentar la reflexión y el debate en el aula.

La tabla que se muestra a continuación indica el nivel educativo al que va dirigida cada actividad y los temas que aborda.

ACTIVIDAD	CURSO	TEMAS
El cono de Apolonio	2º ESO	El cono: apotema, área total y volumen
	2º ESO	La elipse
	2º ESO	La elipse y el teorema de Pitágoras
El aerómetro	1º ESO	La densidad de los gases
	2º ESO	Proporciones y porcentajes
	2º ESO	Relación entre masa, densidad y volumen
El hidroscopio	1º ESO	La densidad de los líquidos
	1º ESO	La densidad relativa
	1º ESO	La densidad y los instrumentos científicos
	1º ESO	La densidad de los líquidos
El cielo con el astrolabio	1º ESO	Ángulos y tiempo
	1º ESO	Medidas de tiempo
	2º ESO	El tiempo y la astronomía

Las actividades son independientes entre sí; por lo tanto, el docente puede elegir libremente cuáles proponer al alumnado y en qué orden.

Material

Calculadoras científicas CASIO

fx-82SP CW (Pila) fx-85SP CW (Solar) | fx-991SP CW (Solar) fx-570SP CW (Pila)

HIPATIA

Hipatia nació alrededor del año 370 d. C. en Alejandría, Egipto, capital de las ciencias en los tiempos del Imperio Romano de Oriente.
Desde pequeña, su padre Teón —ilustre filósofo, astrónomo, matemático y director del *Museo*, la academia más famosa de la Antigüedad dedicada a las Musas (figuras divinas relacionadas con el arte y el saber)— la educó en el estudio. Junto a su padre, Hipatia inició su trayectoria cultural estudiando ciencias matemáticas, para luego orientarse principalmente hacia las filosóficas. Con el paso de los años, tomó el relevo de su padre en la enseñanza de estas disciplinas en la comunidad alejandrina, educando para que la filosofía se considerara «un estilo de vida, una búsqueda constante, religiosa y disciplinada de la verdad». Impartió clases de matemáticas y astronomía, y trabajó con su padre en la revisión y edición de algunas obras de Euclides, Ptolomeo, Apolonio y Diofanto.

Era admirada por su belleza y sabiduría, nunca se casó y, a una edad temprana, asumió el liderazgo de la Escuela Neoplatónica de Alejandría. Ataviada con la túnica de filósofa (reservada para los hombres, pero ella... ¡no era muy dada a seguir las normas!), solía comentar públicamente las obras de Platón, Aristóteles y otros filósofos mientras paseaba. Se convirtió en la matemática y filósofa más famosa de la antigüedad, la primera científica cuya vida está bien documentada. Fue un símbolo de la defensa del conocimiento frente a la ignorancia y hoy se la recuerda como fuente de conocimiento y educación.

Hipatia también tenía un gran interés por la astronomía, como podemos deducir de algunas cartas con su alumno más conocido, Sinesio de Cirene. Gracias a esta correspondencia se ha podido conocer parte de su obra.

Los escritos de Hipatia se han perdido o se han incorporado a publicaciones de otros autores, pero existen fuentes contemporáneas de su obra y referencias a sus obras en diversas recopilaciones. Su obra más significativa consta de trece volúmenes sobre la *Aritmética* de Diofanto (siglo III d. C.), matemático alejandrino conocido como el *padre del álgebra*, a quien se le atribuyen el estudio de las ecuaciones indeterminadas e importantes desarrollos sobre las ecuaciones cuadráticas. Hipatia desarrolló soluciones alternativas a problemas antiguos y planteó otros nuevos que posteriormente se incorporaron a la obra de Diofanto. También escribió sobre *Las secciones cónicas* del matemático y astrónomo griego Apolonio de Pérgamo (III a. C.), con un análisis matemático de las secciones del cono (elipse, parábola, hipérbola), figuras que quedaron en el olvido hasta el siglo XVI y que luego se utilizaron, entre otras cosas, para ilustrar **las órbitas elípticas de los planetas**. Además, fue autora, junto con su padre, de anotaciones y revisiones sobre el *Almagesto* de Ptolomeo, una gran obra que recopilaba todos los conocimientos astronómicos y matemáticos de la época.

392
Edicto de Tesalónica
Teodosio prohíbe los cultos no cristianos en todo el Imperio Romano.

400
Líder neoplatónica
Hipatia se convierte en la líder de los neoplatónicos alejandrinos.

404
Últimos gladiadores
Se celebra en Roma la última competición de gladiadores de la que se tiene constancia.

410
Saqueo de Roma
Roma es saqueada por los visigodos de Alarico I, quienes toman prisionera a Gala Placidia, hermana del emperador Honorio.

415
Asesinato
Hipatia fue asesinada por sus enseñanzas «paganas» y por los celos que despertaba su prestigio. Su asesinato conmocionó al Imperio.

Hipatia estudió también mecánica aplicada y tecnología. Las invenciones que se le atribuyen son el aerómetro, el hidroscopio y el astrolabio plano.

El **aerómetro** de Hipatia fue el primer instrumento diseñado para medir la densidad del aire. El **hidroscopio** era un instrumento cilíndrico, similar a una flauta, con incisiones perpendiculares que permitían medir la densidad de un líquido al sumergir el tubo en él. El número de incisiones visibles indicaba la densidad del líquido: cuanto más denso era el líquido, mayor era el número de incisiones que se veían. Calibrando adecuadamente el instrumento, por ejemplo sumergiéndolo en un líquido de referencia como el agua, se puede calcular la densidad relativa de cualquier líquido mediante una simple comparación.
El **astrolabio plano** diseñado por Hipatia consistía en dos discos metálicos perforados que giraban (uno sobre otro) mediante un pasador extraíble: se utilizaba para calcular el tiempo y determinar la posición del Sol, las estrellas y los planetas. Aunque la invención del astrolabio se atribuye con mayor frecuencia a Hiparco de Nicea, se cree que Hipatia contribuyó al desarrollo y la difusión de este instrumento, especialmente en su forma plana. El astrolabio se convirtió en un instrumento fundamental para la navegación y la astronomía tanto en el mundo grecorromano como en el árabe.

Hipatia era todo eso: matemática, astrónoma, científica, música y filósofa. Una mente ecléctica que atrajo a estudiantes de todas partes y mantuvo a una altura excepcional la cultura científica alejandrina. Por su dedicación a la enseñanza, fue acusada de delitos como la calumnia y la práctica de artes mágicas. Su final se enmarca dentro de la fase de transición en la que Alejandría pasó de ser una ciudad de culto pagano a una ciudad de religión cristiana.

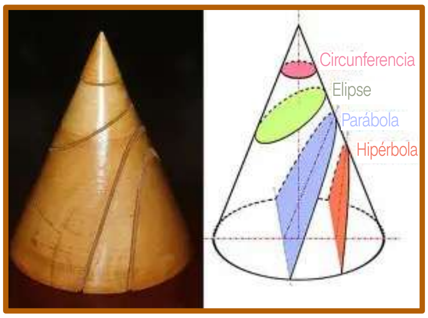
Fue brutalmente asesinada en el año 415 d.C. por un grupo de fanáticos cristianos. Su asesinato marcó el fin simbólico de la época clásica y refleja a la perfección el conflicto entre la ciencia, la filosofía y el fanatismo religioso. La persona que instigó su asesinato fue probablemente el obispo Cirilo, cuya aversión, según algunos autores, se debía a que había visto a Hipatia impartir clase a numerosos hombres, algo impensable en aquella época. Hipatia era una mujer culta y pagana que se consideraba libre para impartir clases de ciencia y filosofía. Una situación que el obispo no podía aceptar.

Fue así como Hipatia, firme defensora de la distinción entre religión y conocimiento, conocida por su estilo de vida independiente, su compromiso cívico y su influencia política, fue víctima de la persecución urdida por el fanatismo religioso. Tras su muerte, sus discípulos se dispersaron y Alejandría comenzó a perder su papel como líder cultural del mundo helénico.

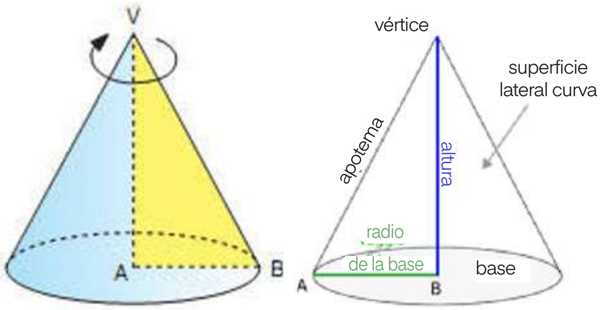
Actividades propuestas

El cono de Apolonio

❶ Hipatia se dedicó al estudio de los textos de Apolonio de Perga, un matemático y astrónomo griego conocido por sus obras sobre secciones cónicas. Apolonio demostró que todas las formas curvas podían obtenerse cortando un cono y cambiando únicamente la inclinación del plano que lo interseca.



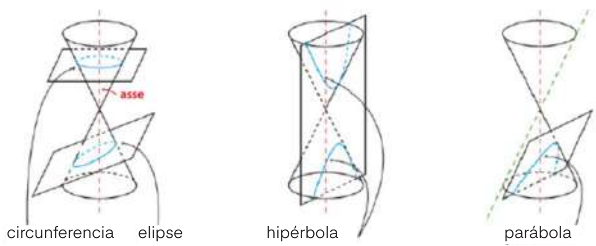
El **cono** circular recto, o simplemente cono, es un sólido de revolución que se obtiene mediante la rotación completa de un triángulo rectángulo alrededor de uno de sus catetos.
El cateto alrededor del cual se produce la rotación es la **altura** del cono, el otro cateto es el radio de la base, mientras que la hipotenusa es la generatriz de la superficie curva y se denomina **apotema**. El punto opuesto a la base en el extremo del cateto que pertenece al eje de rotación se denomina **vértice** del cono.



Un cono tiene una base de $8,4\ cm$ de diámetro y una altura de $5,6\ cm$. Calcula el área total y el volumen del cono redondeando los valores a la centésima más cercana.

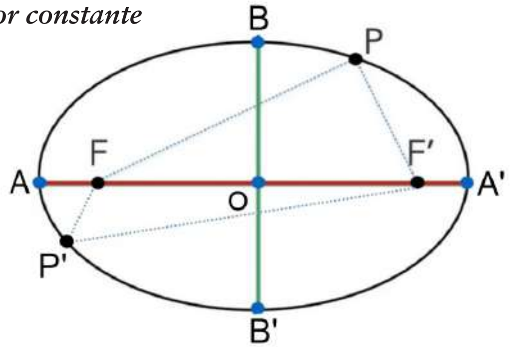
❶ Apolonio fue el primero en dar los nombres con los que todavía hoy se identifican las curvas que se obtienen al seccionar un cono:

- **elipse**: el plano secciona el eje del cono de manera que se obtiene una curva cerrada;
- **parábola**: el plano es paralelo a una de las rectas que forman el cono;
- **hipérbola**: el plano es paralelo al eje del cono.



La **elipse** se define como el lugar geométrico de todos los puntos del plano cuya suma de distancias a dos puntos fijos, llamados focos, es constante:

$$\overline{PF} + \overline{PF'} = \overline{P'F} + \overline{P'F'} = valor\ constante$$



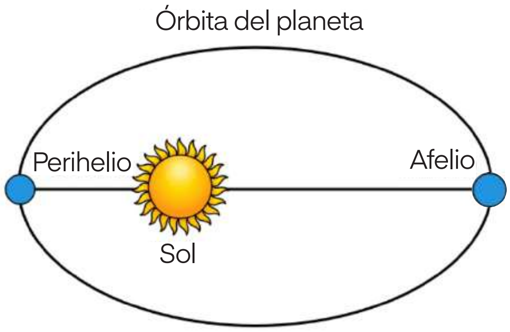
Dos focos *(F y F')* y un centro *(O)* .

Ejes principales:

- **eje mayor** *(AA')*: la longitud máxima de la elipse.
- **eje menor** *(BB')*: la longitud mínima de la elipse, es perpendicular al eje mayor en el centro.

Hipatia intuyó que la teoría geocéntrica de Ptolomeo no era correcta y sugirió que podía existir un modelo cosmológico más avanzado.
No fue hasta 1543 cuando, gracias a Nicolás Copérnico, se inició la revolución científica con la teoría heliocéntrica. Algunas décadas más tarde, el astrónomo y matemático alemán Johannes Kepler introdujo una idea aún más innovadora sobre las secciones cónicas en astronomía: demostró que los cuerpos celestes no describen órbitas circulares, como se creía hasta entonces, sino elípticas, con el Sol situado en uno de los focos.

En la órbita de un planeta alrededor del Sol hay dos puntos que son extremos:
Perihelio: punto de la órbita en el que el planeta se encuentra más cerca del Sol.
Afelio: punto de la órbita en el que el planeta se encuentra más alejado del Sol.

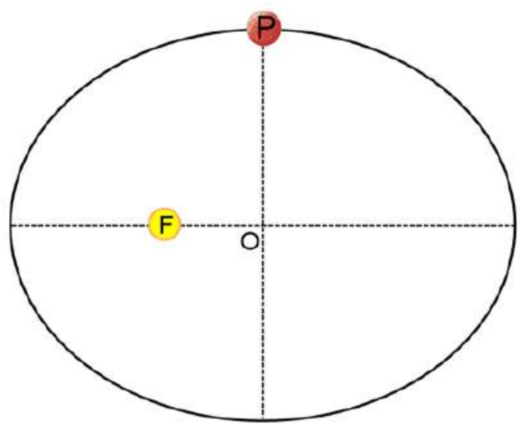


2 Se quiere construir una maqueta de la órbita de un planeta utilizando las siguientes medidas.

Longitud del eje mayor de la elipse: *91 cm*
Longitud del eje menor de la elipse: *60 cm*

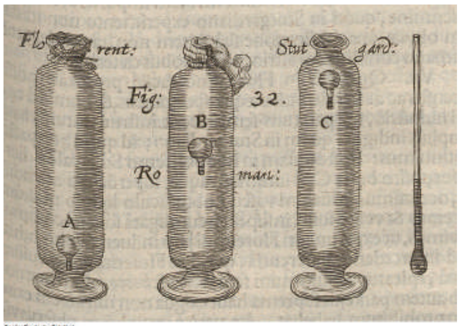
Calcula la distancia del planeta al punto del perihelio de la órbita de la maqueta.

Calcula la distancia del planeta al Sol sabiendo que la distancia del punto *F* al centro de la elipse es *22,5 cm*.



El aerómetro

❶ El **aerómetro** es un instrumento inventado para conocer cuánto «pesa» el aire, es decir, para medir su densidad. Su nombre proviene del griego: *aero* significa «aire» y metro significa «medida».



Quelle: Deutsche Fotothek

En la práctica, funcionaba más o menos como una báscula de aire: consistía en un tubo cerrado, con un peso fijado en un extremo. Al sumergirse en un líquido, el tubo se hundía en mayor o menor medida dependiendo de la densidad del aire en su interior. Una escala graduada permitía entonces leer el valor.

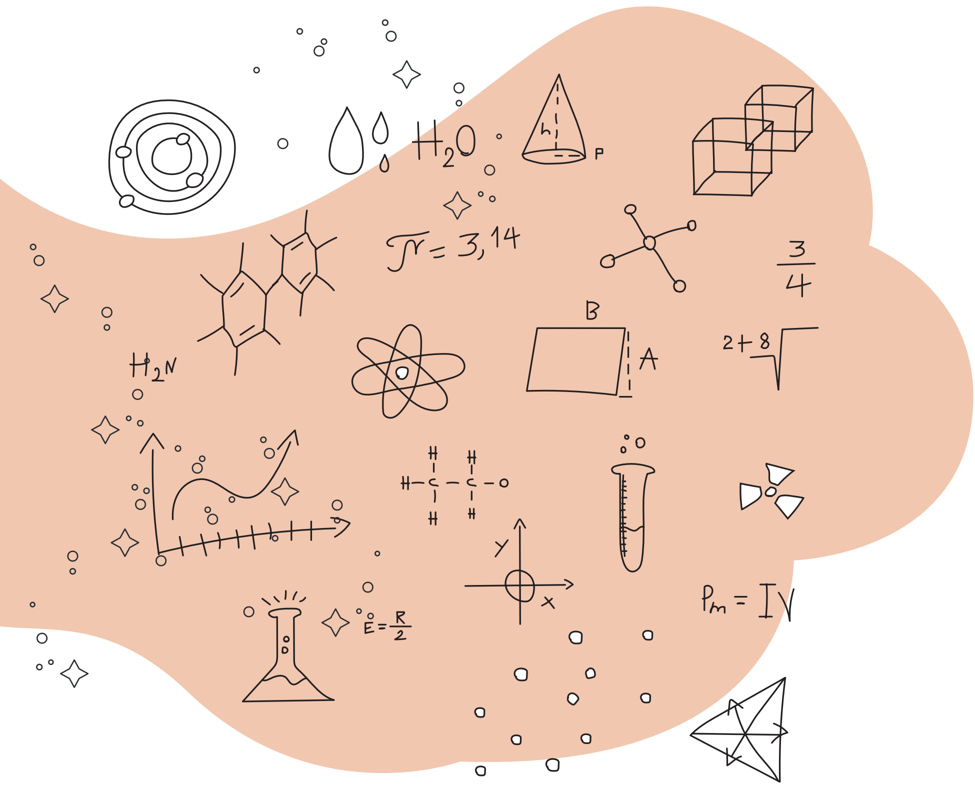
Utilizando un aerómetro se quiere comparar el aire de la montaña y el de la ciudad.

A 1000 m de altitud, la densidad del aire es de $0{,}9\ g/dm^3$, mientras que a nivel del mar es de $1{,}2\ kg/m^3$.

Calcula la diferencia de densidad entre ambos lugares.

¿Cuál es el porcentaje de reducción de la densidad al subir a la montaña?

Sabiendo que, con cada respiración, una persona inspira aproximadamente $0{,}5\ l$ de aire en los pulmones, calcula la masa de aire que entra con cada respiración a nivel del mar.



El hidroscopio

❶ La densidad es una propiedad física de la materia y puede medirse en $\frac{g}{cm^3}$.

El agua tiene una densidad de $1\ \frac{g}{cm^3}$ mientras que el aceite de oliva tiene una densidad de $0{,}9 \frac{g}{cm^3}$.

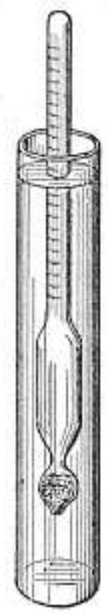
La relación entre la densidad del líquido en cuestión y la del agua representa la densidad relativa, que se expresa como un número entero:

$$d_{relativa} = \frac{d_{líquido}}{d_{agua}}$$

Por ejemplo, la densidad relativa del aceite de oliva viene dada por:

$$d_{relativa\ aceite\ de\ oliva} = \frac{d_{aceite}}{d_{agua}} = \frac{0{,}9 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} = 0{,}9$$

Hipatia utilizaba el hidroscopio para medir la densidad de los líquidos. Imagina que el hidroscopio se sumerge en distintos líquidos y que el número de marcas visibles indica su densidad relativa respecto al agua.



Si el líquido es más denso que el agua, quedarán visibles más marcas; en cambio, si es menos denso que el agua, sobresaldrán menos marcas.

Calcula la densidad, en $\frac{g}{cm^3}$, de un líquido que tiene una masa de $250\ g$ y ocupa un volumen de $200\ cm^3$.

Calcula la densidad relativa de la muestra de líquido.

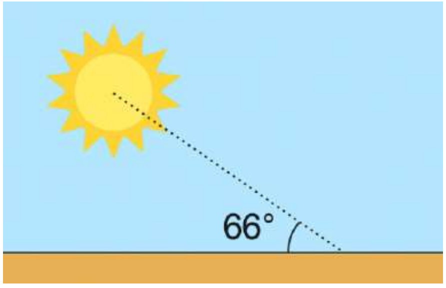
A partir del valor calculado, determina si el hidroscopio se hundirá más o menos que en el agua.

Utilizando los datos de las diferentes muestras de líquido que figuran en la tabla, se calcula la densidad de cada líquido. A continuación, se comparan los valores obtenidos para determinar si, en comparación con el agua, el hidroscopio mostrará un número mayor o menor de marcas.

MUESTRA	MASA (g)	VOLUMEN (cm^3)
Etanol	96	120
Glicerina	63	50
Mercurio	1088	80
Agua con sal (10 %)	428	400

El cielo con el astrolabio

❶ El astrolabio es un instrumento astronómico que permite calcular la posición del Sol y de las estrellas con respecto al horizonte. Se considera que el inventor del astrolabio fue el matemático Teón de Alejandría, padre de Hipatia.



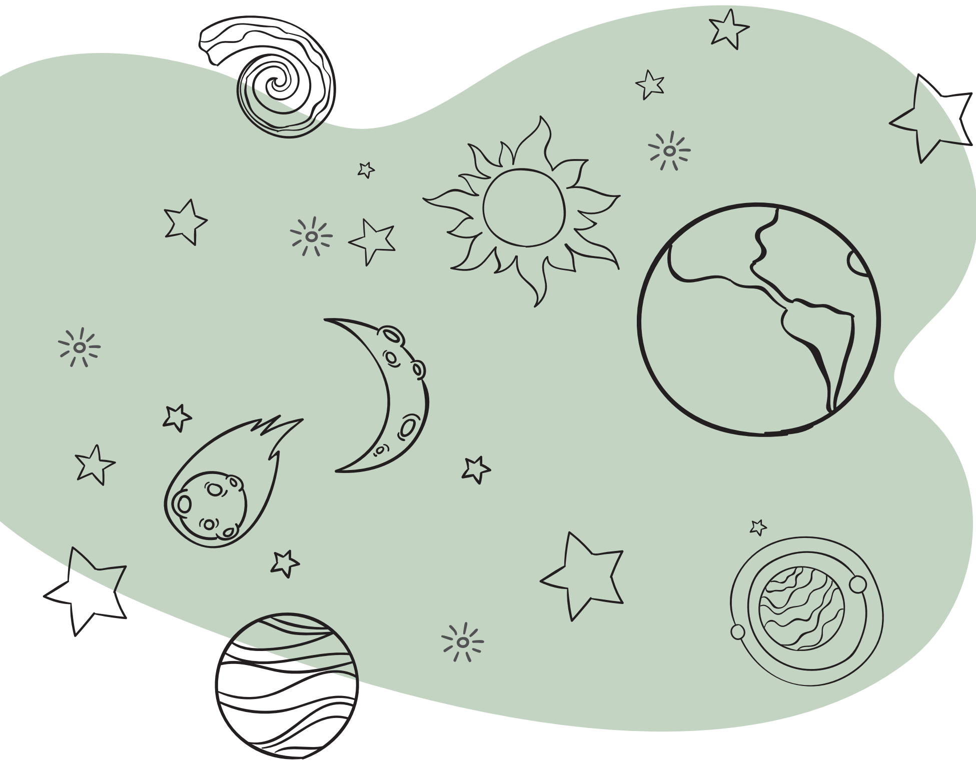
Utilizando el astrolabio, se observa que a mediodía la posición del Sol con respecto al horizonte forma un ángulo de 66°.

Sabiendo que el movimiento aparente del Sol es de 15° cada hora después del amanecer, ¿a qué hora ha amanecido?

Sabiendo que el sol se pone a las 16:24 h, ¿cuántas horas de luz tiene este día?

❷ El 21 de junio es el solsticio de verano y en Italia el sol sale a las 5:30 h y se pone a las 20:30 h.

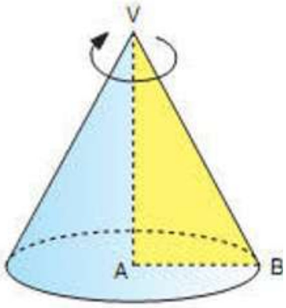
¿A qué hora se puede observar el Sol en su punto más alto sobre el horizonte?

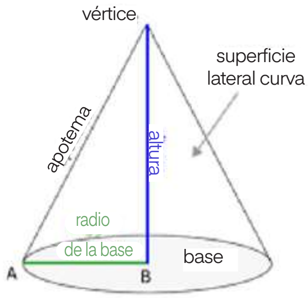


HIPATIA

El cono de Apolonio

Un cono tiene una base de $8{,}4\ cm$ de diámetro y una altura de $5{,}6\ cm$. Calcula el área total y el volumen del cono redondeando los valores a la centésima más cercana.





SOLUCIÓN

El **área lateral** de un cono recto se obtiene multiplicando el radio por la apotema del cono y por π:

$$A_L = \pi \cdot r \cdot a$$

El **área total** de un cono recto se obtiene sumando el área de la base al área lateral:

$$A_T = A_L + A_B = \pi \cdot r \cdot a + \pi \cdot r^2 = \pi \cdot r \cdot (a + r)$$

El **volumen** de un cono se obtiene multiplicando el área de la base por la altura y dividiendo el producto entre 3:

$$V = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot h}{3}$$

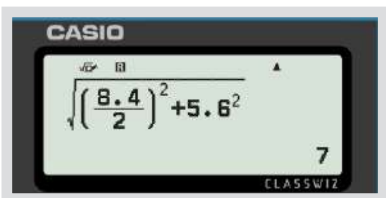
Se calcula el valor del radio:

$$r = \frac{d}{2} \longrightarrow r = 8{,}4 \div 2 = 4{,}2\ cm$$

Se calcula la apotema del cono aplicando el teorema de Pitágoras, ya que se conoce el radio de la base y la altura del sólido:

$$a = \sqrt{r^2 + h^2}$$

$$a = \sqrt{4{,}2^2 + 5{,}6^2} = \sqrt{17{,}64 + 31{,}36} = \sqrt{49} = 7\ cm$$

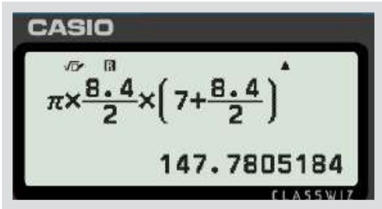


La apotema del cono es $7\ cm$.

Se calcula el área total de un cono, aproximando el valor de π y redondeando el resultado final a la centésima más cercana:

$$A_T = r \cdot \pi \cdot (a + r)$$

$$A_T \approx 4{,}2 \cdot 3{,}14 \cdot (7 + 4{,}2) = 147{,}7805\ cm^2 \approx 147{,}78\ cm^2$$

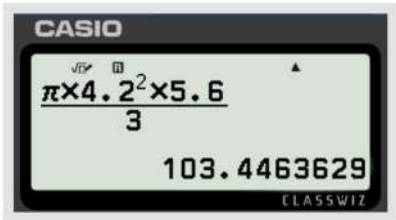


El área total del cono es aproximadamente ***147,78 cm²***.

Se calcula el volumen del cono aproximando el valor de π y redondeando el resultado a la centésima más cercana:

$$V = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot h}{3}$$

$$V = (3{,}14 \cdot 4{,}2^2 \cdot 5{,}6) \div 3 = 103{,}4463\ cm^3 \approx 103{,}45\ cm^3$$

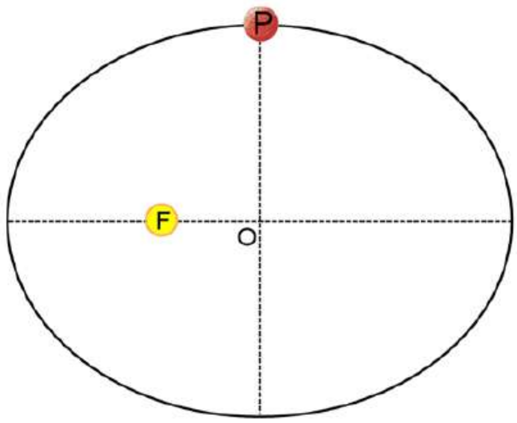


El volumen del cono es aproximadamente ***103,45 cm³***.

❷ Se quiere construir una maqueta de la órbita de un planeta utilizando las siguientes medidas:

Longitud del eje mayor de la elipse: ***91 cm***
Longitud del eje menor de la elipse: ***60 cm***

Calcula la distancia del planeta al punto del perihelio de la órbita de la maqueta.



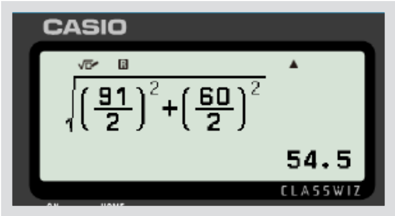
SOLUCIÓN
Calculamos la longitud de los semiejes:

$$Longitud\ del\ semieje\ mayor = \frac{longitud\ del\ eje\ mayor}{2} = \frac{91}{2}\ cm = 45{,}5\ cm$$

$$Longitud\ del\ semieje\ mayor = \frac{longitud\ del\ eje\ menor}{2} = \frac{60}{2}\ cm = 30\ cm$$

Se aplica el teorema de Pitágoras para calcular la distancia del planeta al punto del perihelio, utilizando las longitudes de los semiejes como catetos:

$$\textit{Distancia del planeta al punto del perihelio} = \sqrt{45{,}5^2 + 30^2} = \sqrt{2070{,}25 + 900} = \sqrt{2970{,}25} = 54{,}5\ cm$$



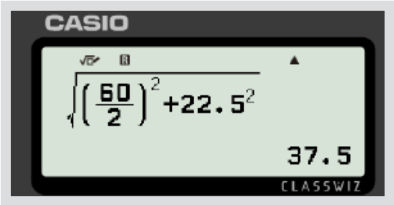
La distancia en la maqueta del planeta al punto del perihelio es de *54,5 cm*.

Calcula la distancia del planeta al Sol sabiendo que la distancia del punto *F* al centro de la elipse es *22,5 cm*.

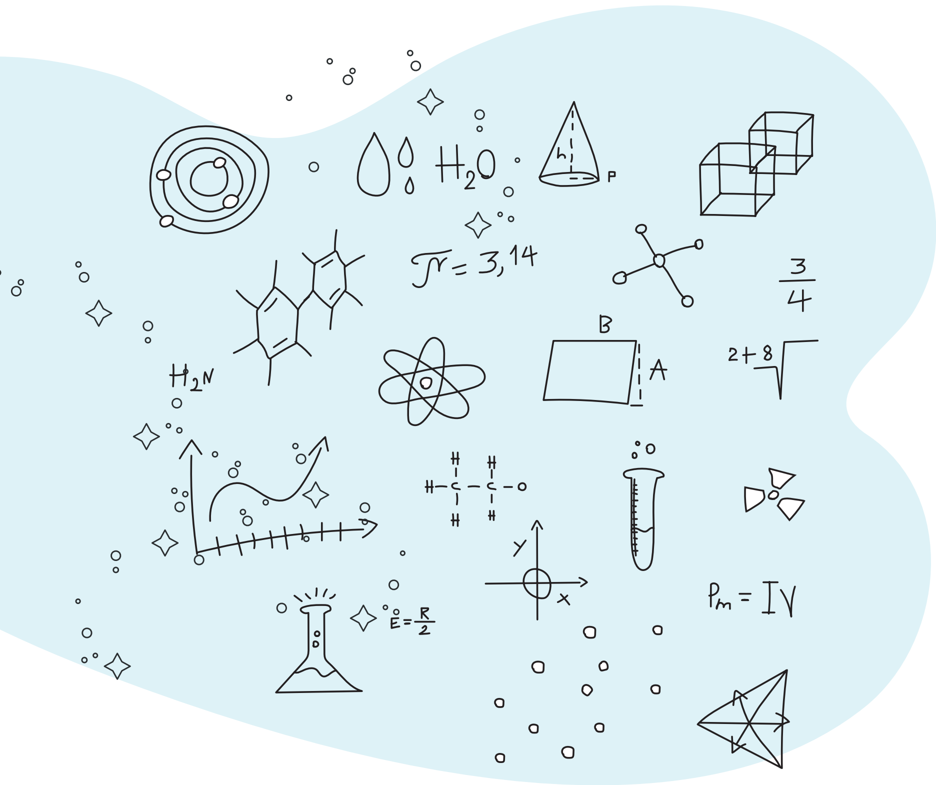
SOLUCIÓN

Se aplica el teorema de Pitágoras utilizando el semieje menor y la distancia del Sol al centro de la elipse como catetos:

$$\textit{Distancia del planeta al Sol} = \sqrt{30^2 + 22{,}5^2} = \sqrt{900 + 506{,}25} = \sqrt{1406{,}25} = 37{,}5\ cm$$



En la maqueta, la distancia entre el Sol y el planeta es de *37,5 cm*.



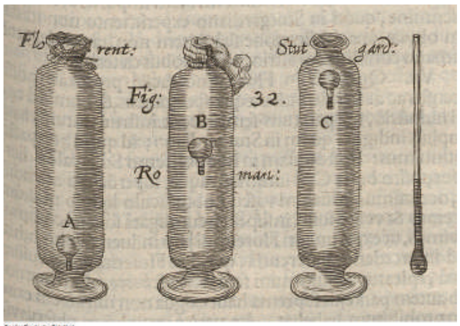
SOLUCIÓN ❷: El aerómetro

El aerómetro

❶ Utilizando un aerómetro queremos comparar el aire de la montaña con el de la ciudad.

A 1000 m de altitud, la densidad del aire es de $0{,}9\ g/dm^3$, mientras que a nivel del mar es de $1{,}2\ kg/m^3$.

Calcula la diferencia de densidad entre ambos lugares.



SOLUCIÓN

La diferencia de densidad entre el aire de ambos lugares se obtiene restando el valor mayor del menor.

Para realizar el cálculo, es necesario expresar las dos densidades en la misma unidad de medida; en este caso, se utiliza como unidad de medida kg/m^3.

Se convierte la densidad del aire a 1000 metros de altitud de g/dm^3 a kg/m^3.

$0{,}9\ g$ corresponden a $0{,}0009\ kg$ y $1000\ dm^3$ corresponden a $1\ m^3$, por lo tanto:

$$1\frac{kg}{dm^3} = 1000\frac{kg}{m^3} \longrightarrow 0{,}0009\frac{kg}{dm^3}\cdot 1000 = 0{,}9\frac{kg}{m^3}$$

Ahora que ambas densidades están en la misma unidad de medida, se calcula su diferencia:

$$\textit{diferencia de densidad} = d_{mar} - d_{montaña} = 1{,}2\frac{kg}{m^3} - 0{,}9\frac{kg}{m^3} = 0{,}3\frac{kg}{m^3}$$

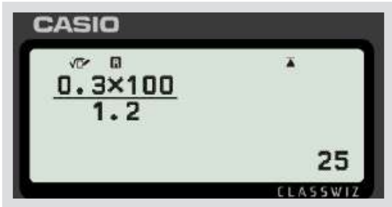
La diferencia de densidad entre las dos ubicaciones es de $0{,}3\ kg/m^3$.

¿Cuál es el porcentaje de reducción de la densidad al subir a la montaña?

SOLUCIÓN

El porcentaje de reducción de la densidad puede calcularse mediante una proporción:

$$\frac{d_{mar}}{d_{mar} - d_{montaña}} = \frac{100}{x} \longrightarrow \frac{1,2}{0,3} = \frac{100}{x} \longrightarrow x = \frac{0,3 \cdot 100}{1,2} = 25$$



El porcentaje de reducción de la densidad del aire al subir a la montaña es del 25 %.

Sabiendo que, con cada respiración, una persona inspira aproximadamente *0,5 l* de aire en los pulmones, calcula la masa de aire que entra en cada respiración a nivel del mar.

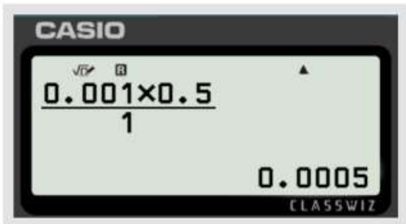
SOLUCIÓN

Lo primero que hay que hacer es convertir el volumen de una respiración de litros a m^3 aplicando la siguiente relación:

$$1\ l = 0,001\ m^3$$

Se calcula el volumen de aire inspirado en cada respiración a nivel del mar aplicando una proporción.

$$\frac{1}{0,001} = \frac{0,5}{x} \longrightarrow x = \frac{0,001 \cdot 0,5}{1} = 0,0005\ m^3$$



Con cada respiración, entra en los pulmones un volumen de $0,0005\ m^3$ de aire.

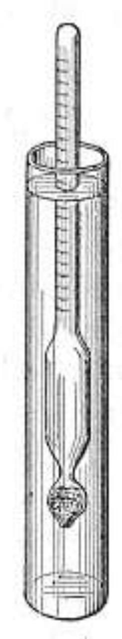
Se aplica la relación entre masa, densidad y volumen para calcular la masa de aire a nivel del mar, dada su densidad:

$$m = d \cdot V$$

$$m = 1,2\ \frac{kg}{m^3} \cdot 0,0005\ m^3 = 0,0006\ kg$$

La masa de aire que entra con cada respiración a nivel del mar es de $0,0006\ kg$.

El hidroscopio



Calcula la densidad, en $\frac{g}{cm^3}$, de un líquido con una masa de $250\ g$ y un volumen de $200\ cm^3$.

SOLUCIÓN

Se aplica la relación entre masa, densidad y volumen que se ha utilizado anteriormente para calcular la densidad del líquido:

$$d = \frac{m}{V} = \frac{250\ g}{200\ cm^3} = 1{,}25\ \frac{g}{cm^3}$$

La densidad del líquido es $1{,}25\ \frac{g}{cm^3}$.

Calcula la densidad relativa de la muestra de líquido.

SOLUCIÓN

La densidad relativa de un líquido viene dada por la relación entre la densidad del líquido y la del agua $\left(1\frac{g}{cm^3}\right)$:

$$d_{relativa} = \frac{1{,}25\frac{g}{cm^3}}{1\frac{g}{cm^3}} = 1{,}25$$

La densidad relativa del líquido es 1,25.

A partir del valor calculado, determina si el hidroscopio se hundirá más o menos que en el agua.

SOLUCIÓN

La muestra de líquido es más densa que el agua (1,25 > 1), por lo que el hidroscopio se hundirá menos y se verán más marcas que al sumergirlo en agua.

Utilizando los datos de las diferentes muestras de líquido que figuran en la tabla, se calcula la densidad de cada líquido. A continuación, se comparan los valores obtenidos para determinar si, en comparación con el agua, en el hidroscopio se verá un número mayor o menor de marcas.

MUESTRA	MASA (g)	VOLUMEN (cm^3)
Etanol	96	120
Glicerina	63	50
Mercurio	1088	80
Agua con sal (10 %)	428	400

SOLUCIÓN

Se aplica la relación entre masa, densidad y volumen para calcular la densidad de los líquidos:

$$d = \frac{m}{V}$$

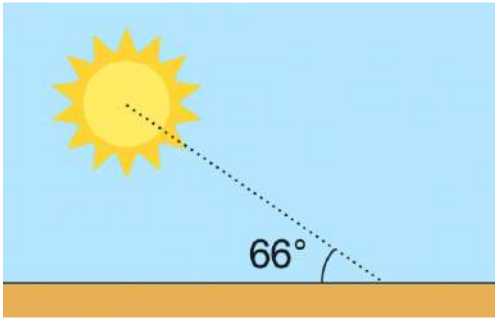
Etanol: $d = \frac{96\ g}{120\ cm^3}\ 120\ cm^3 = 0{,}8\ \frac{g}{cm^3}$	
Glicerina: $d = \frac{63\ g}{50\ cm^3} = 1{,}26\ \frac{g}{cm^3}$	
Mercurio: $d = \frac{1088\ g}{80\ cm^3} = 13{,}6\ \frac{g}{cm^3}$	
Agua con sal (10 %): $d = \frac{428\ g}{400\ cm^3} = 1{,}07\ \frac{g}{cm^3}$	

Comparando los distintos valores de densidad obtenidos con el valor de referencia del agua $(1\ g/cm^3)$, se deduce que, en el caso de la glicerina, el mercurio y el agua salada, el hidroscopio mostrará más marcas porque son líquidos más densos que el agua, mientras que, en el caso del etanol, su densidad es menor que la del agua y, por lo tanto, se verán menos marcas.

El cielo con el astrolabio

❶ Utilizando el astrolabio, se observa que a mediodía el Sol forma un ángulo de 66° con respecto al horizonte.

Sabiendo que el movimiento aparente del Sol es de 15° cada hora después del amanecer, ¿a qué hora ha amanecido?



SOLUCIÓN

Para determinar cuántas horas han pasado desde el amanecer, se divide la amplitud del ángulo observado a mediodía por el incremento horario.

$$horas = \frac{66°}{15°} = 4{,}4$$

El valor de 4,4 horas está expresado en forma decimal, para convertirlo a horas y minutos se utiliza la función "grados, minutos, segundos" de la calculadora:

El Sol salió 4 horas y 24 minutos antes del mediodía, hora a la que se utilizó el astrolabio.

Para calcular la hora del amanecer, se resta de la hora del mediodía el tiempo transcurrido desde que se utilizó el astrolabio:

$$12\ h - 4\ h\ 24\ min = 7\ h\ 36\ min$$

Amaneció a las 7: 36 h.

Sabiendo que el sol se pone a las 16:24, ¿cuántas horas de luz tiene este día?

SOLUCIÓN
Para calcular las horas de luz en un día, se halla la diferencia entre la hora del ocaso y la hora del amanecer:

$$\textit{horas de luz} = \textit{hora del ocaso} - \textit{hora del amanecer} =$$

$$16\ h\ 24\ min - 7\ h\ 36\ min = 8\ h\ 48\ min$$

En el día hay *8 h y 48 min* de luz.

❷ El 21 de junio es el solsticio de verano y en Italia el Sol sale a las 5:30 h y se pone a las 20:30 h.

¿A qué hora se puede observar el Sol en su punto más alto sobre el horizonte?

SOLUCIÓN
El Sol alcanzará su punto más alto a medio camino entre la hora del amanecer y la del ocaso. Calculamos cuántas horas de luz hay el 21 de junio.

Las horas de luz se calculan a partir de la diferencia entre la hora del ocaso y la del amanecer.

$$\textit{horas de luz} = \textit{hora del ocaso} - \textit{hora del amanecer}$$

$$\textit{horas de luz} = 20\ h\ 30\ min - 5\ h\ 30\ min = 15\ h$$

Dado que el Sol alcanza su punto más alto a mitad de su trayectoria, que comenzó a las 5:30 (amanecer), una vez calculado el tiempo necesario para alcanzar este punto, se suma a la hora del amanecer.

$$\textit{tiempo que tarda en alcanzar el punto más alto} = \frac{\textit{total horas de luz}}{2}$$

$$\textit{tiempo que tarda en alcanzar el punto más alto} = \frac{15\ h}{2} = 7{,}5\ h = 7\ h\ 30\ min$$

El Sol alcanza su punto más alto *7 h y 30 min* después del amanecer.

Una vez calculado el tiempo que tarda el Sol en alcanzar su punto más alto, se suma a la hora del amanecer para determinar la hora en la que el Sol alcanza su punto más alto del día con respecto al horizonte.

$$5\ h\ 30\ min + 7\ h\ 30\ min = 13\ h$$

El Sol alcanzará su punto más alto el 21 de junio a las 13:00 h.

Notas

Notas

HIPATIA

CASIO®