



Geometría en 3D

Policubos

Poliedros

Cálculo de Volúmenes

Geometría esférica

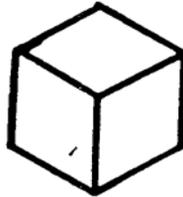
GPS

Ilusiones ópticas

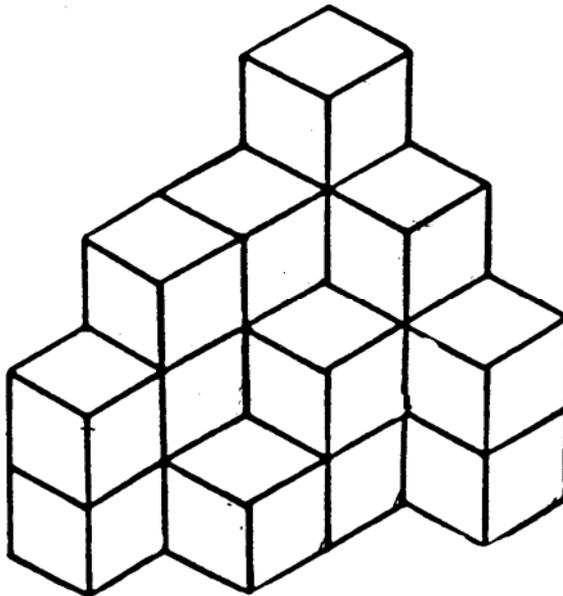


Policubos

1) ¿Qué representa esta figura? ¿Qué es en realidad?



2) ¿Cuántos cubos ves en esta figura? ¿Cuántos se supone que hay?



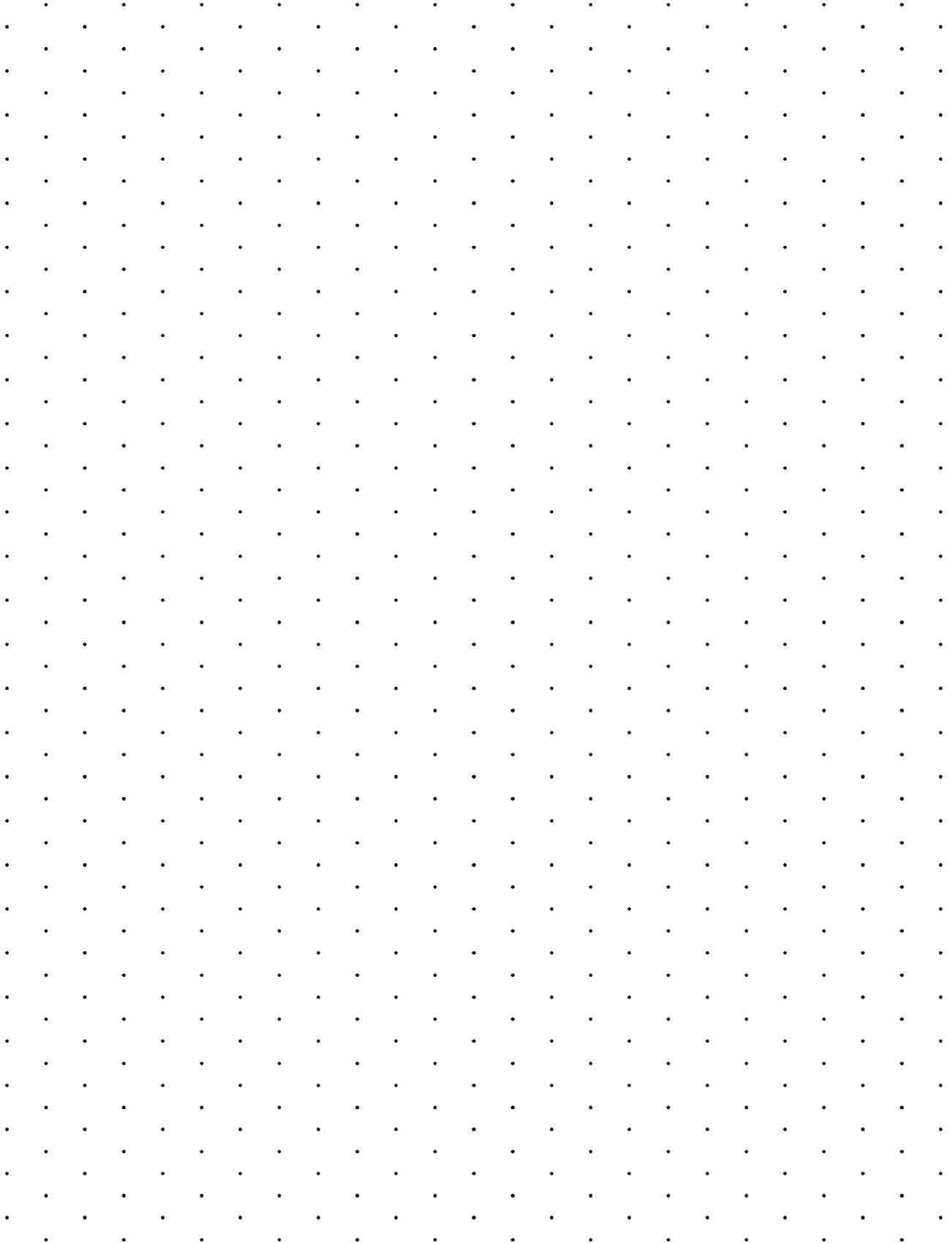
3) La figura del ejercicio anterior se llama policubo, porque está formada por muchos cubos.

- Imagina un policubo y descríbelo en tu cuaderno.
- Pásale tu descripción a un compañero y que él te pase la suya.
- Con sus anotaciones intenta construir el policubo que ha imaginado tu compañero utilizando cubos de madera.



Trama Isométrica

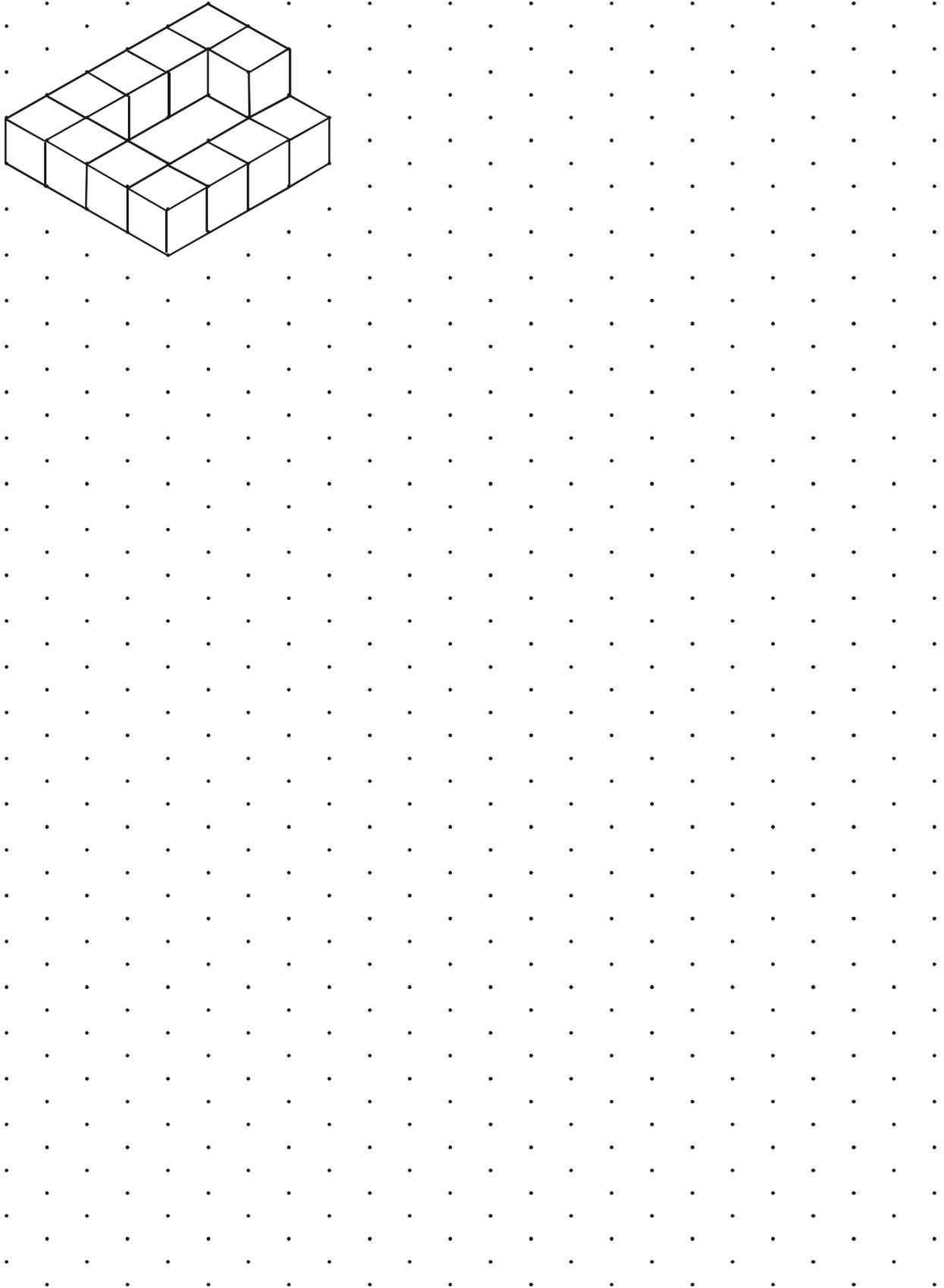
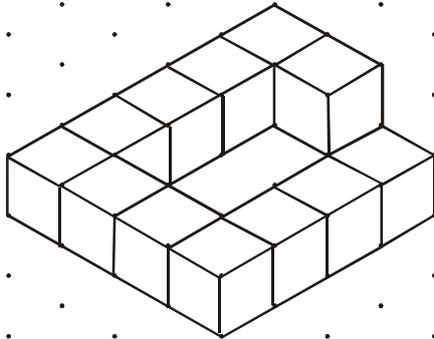
Dibuja en la siguiente trama isométrica las figuras construidas en la ficha anterior.





Ilusiones ópticas

Dibuja figuras que generen una ilusión óptica parecida a la que puede verse a continuación.

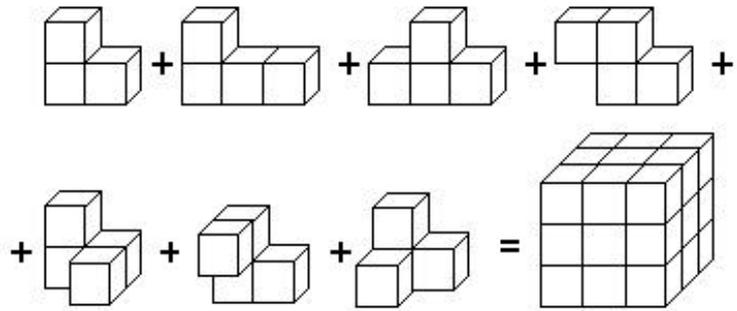




Cubo Soma

El Cubo Soma es un puzzle tridimensional diseñado en 1936 por el poeta, soñador, matemático y escritor Piet Hein, que consta de 7 piezas.

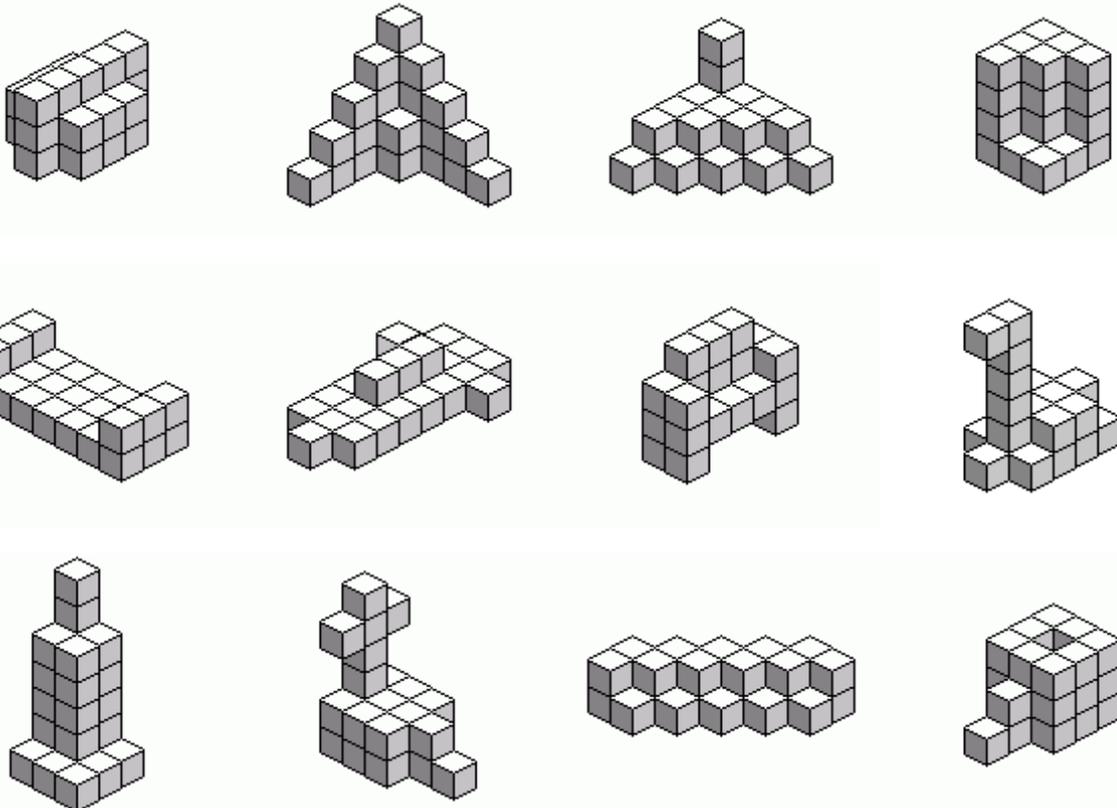
De las 7 piezas, 6 de ellas están formadas por 4 cubos (tetracubos) y la séptima por 3 cubos (tricubo). Esta sencilla disección permite varias soluciones diferentes para construir el cubo (hay 240 formas de resolverlo).



 Construye el cubo soma.

 ¿Qué fracción del total representa cada uno de los policubos?

Con las 7 piezas se pueden construir muchas figuras distintas y fáciles como las que aparecen a continuación:

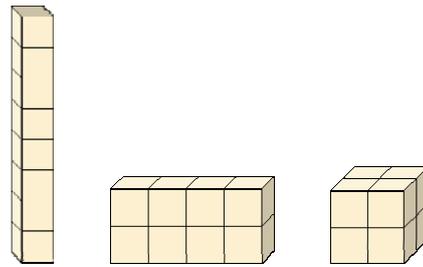


 Construye alguna de ellas. Tomando como unidad el lado de los cubitos base, calcula el área y el volumen de cada uno de los policubos.



Con 8 cubitos se pueden construir tres ortoedros regulares distintos.

- ¿Cuál es el volumen de cada uno de ellos?
- ¿Tendrán todos el mismo área?



En la siguiente dirección tienes las soluciones de múltiples figuras construidas con el Cubo-Soma.

<http://www.fam-bundgaard.dk/SOMA/SOMA.HTM>

Poliedros

Un poliedro es una porción del espacio limitada por polígonos planos que tienen por elementos característicos las **Caras**, los **Vértices** y las **Aristas**. Las caras son los polígonos que la limitan, las aristas son los lados de las caras y los vértices son los puntos donde concurren tres o más caras.

Los poliedros se dividen en **Convexos** y **Cóncavos**. Los poliedros convexos se caracterizan porque cada uno de ellos se puede apoyar en una superficie plana sobre cada una de sus caras mientras que los poliedros cóncavos se caracterizan porque cada uno de ellos no se puede apoyar en una superficie plana sobre alguna de sus caras.

Los poliedros **Convexos** se dividen en **Regulares** e **Irregulares**. Los poliedros convexos regulares se caracterizan porque todas sus caras son polígonos regulares iguales y en cada vértice concurren el mismo número de caras. Son: el **Tetraedro**, el **Hexaedro o Cubo**, el **Octaedro**, el **Dodecaedro** y el **Icosaedro**. Los poliedros convexos irregulares se caracterizan o porque todas sus caras no son iguales o porque en cada vértice no concurren el mismo número de caras. De los poliedros irregulares los más conocidos son los **Prismas** y las **Pirámides**.

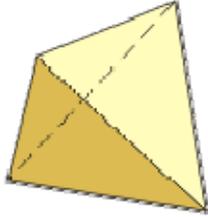
Los poliedros **Cóncavos** se dividen en **Regulares estrellados** (hay 4) e **Irregulares**. Los poliedros cóncavos regulares estrellados son: el **Pequeño dodecaedro estrellado**, el **Gran dodecaedro estrellado**, el **Gran Dodecaedro** y el **Gran icosaedro**.



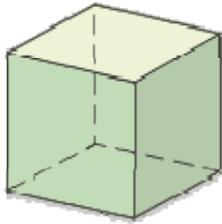
Poliedros regulares

Los *poliedros regulares* se llaman también *sólidos platónicos* por haber sido Platón el primer autor en mencionarlos. Son cinco: *Tetraedro*, *Hexaedro* o *Cubo*, *Octaedro*, *Dodecaedro* e *Icosaedro*.

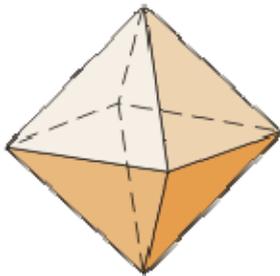
Poliedros regulares



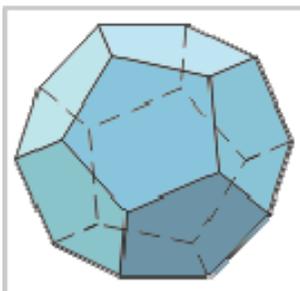
Tetraedro



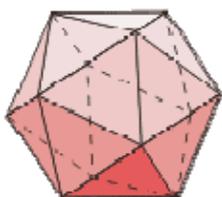
Hexaedro o Cubo



Octaedro

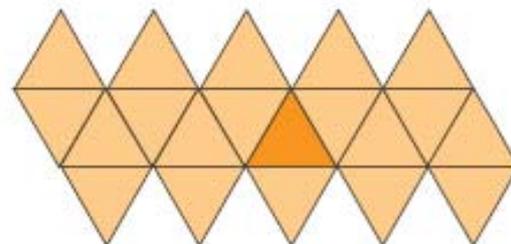
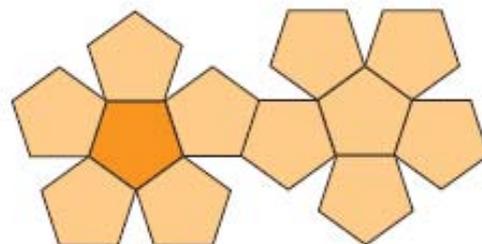
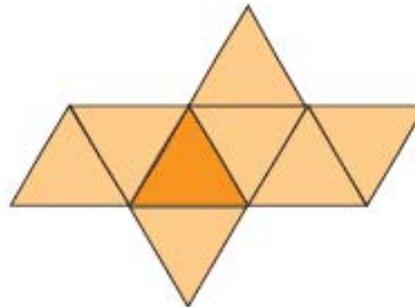
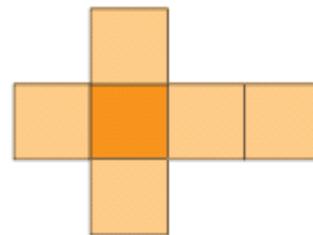
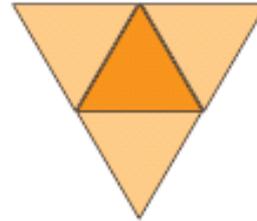


Dodecaedro



Icosaedro

Desarrollo en el plano





- 1) Con los materiales disponibles en la clase, construye todos los poliedros regulares y guárdalos en el armario de la clase para utilizarlos en varias sesiones. En caso de que no haya material suficiente para todos puedes imprimir en cartulina los desarrollos de los poliedros regulares que figuran en la página cuya dirección de Internet es:

<http://www.korthalsaltes.com/es/index.html> (Modelos en PDF para recortar y pegar)

Con los poliedros encima de la mesa rellena la siguiente tabla:

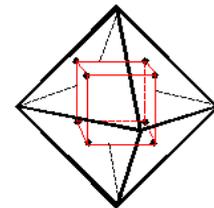
	Caras	Vértices	Aristas	Polígonos que forman las caras
Tetraedro				
Hexaedro				
Octaedro				
Dodecaedro				
Icosaedro				

Los 5 poliedros regulares que has construido son los únicos posibles.

- ✚ ¿Cuántos triángulos equiláteros caben en un vértice? ¿Cuántos cuadrados pueden concurrir en un vértice? ¿Cuántos pentágonos regulares? Calcula la suma de los ángulos de las caras que concurren en un vértice en cada uno de los polígonos regulares.
- ✚ ¿Por qué no puede construirse un poliedro regular con hexágonos?
- ✚ ¿Qué valor tiene en cada poliedro regular la expresión $C + V - A$ (fórmula de Euler)?

- 2) Haz todos los posibles desarrollos en el plano del cubo. ¿Qué tienen en común?

- 3) Si unimos los puntos medios de las caras de un poliedro regular, obtenemos un nuevo poliedro regular como se aprecia en la figura adjunta. Se dice que los dos poliedros están relacionados por dualidad.



Localiza para cada uno de los poliedros regulares su dual.

- 4) Para completar la siguiente tabla, toma como medidas las de las piezas con las que has construido los poliedros regulares (las puedes medir con una regla cualquiera). La apotema de un poliedro es el segmento perpendicular a una cara y que tiene sus extremos en el centro de la cara y en el centro del poliedro. El punto medio de una cara de un triángulo equilátero coincide con el punto de corte (Baricentro) de sus tres Medianas (rectas que unen un vértice con el punto medio del lado opuesto), y se encuentra a $2/3$ del vértice y a $1/3$ del lado opuesto.
- a) Completa las dos primeras columnas de tabla.
 - b) Calcula la apotema del hexaedro. Multiplica ese valor por el área total del poliedro. ¿Qué relación hay entre este número y el volumen del cubo?
 - c) Repite los pasos del apartado b) para el octaedro.
 - d) A la vista de los resultados anteriores intenta escribir una expresión que permita calcular el volumen de los poliedros regulares.

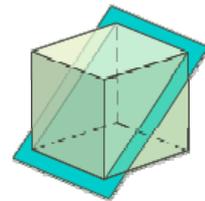


	Área de una cara	Área del poliedro	Apotema del poliedro	Apotema x Área poliedro	Volumen del poliedro
Tetraedro					
Hexaedro					
Octaedro					
Dodecaedro					
Icosaedro					

5) Llamaremos *eje de rotación de un poliedro* a una recta tal que si se gira el poliedro alrededor de ella, antes de dar una vuelta completa, éste aparece con el mismo aspecto que en la posición inicial. Llamaremos *orden de rotación* del eje al número de veces que aparece el poliedro con el aspecto inicial antes de completar una vuelta. Según lo anterior *completa la siguiente tabla*:

	Ejes de orden 2	Ejes de orden 3	Ejes de orden 4	Ejes de orden 5
Tetraedro				
Hexaedro	6	4	3	
Octaedro				
Dodecaedro				
Icosaedro				

6) Un plano de simetría es un espejo que refleja una parte del objeto de forma que podamos verlo entero. Llamaremos *plano de simetría de un poliedro* a un plano que pase por algún eje de simetría de dos caras paralelas. Según lo anterior *completa la siguiente tabla*:



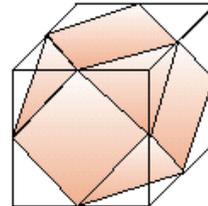
	Planos que pasan por una arista y el punto medio de otra	Planos que son paralelos a pares de caras	Planos que son perpendiculares al segmento que une pares de vértices	Planos que pasan por pares de aristas opuestas	Planos que pasan por puntos medios de pares de aristas opuestas
Tetraedro	6				
Hexaedro		3		6	
Octaedro			3		4
Dodecaedro					
Icosaedro					



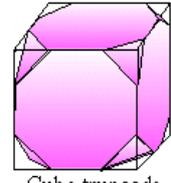
Poliedros convexos semirregulares

Existen 17 poliedros semirregulares. Un poliedro convexo es semirregular si sus caras son polígonos regulares de dos o tres tipos. Entre estos sólidos están los **arquimedianos**, ya que se cree fueron descubiertos por Arquímedes, aunque no existe ninguna prueba documental que lo acredite. Existen 13 sólidos arquimedianos. Siete de ellos se obtienen por truncamiento de los sólidos platónicos, es decir, por cortes de esquinas, acción que se puede conseguir de dos maneras.

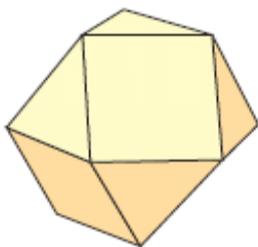
Así, los denominados con el nombre del sólido platónico de origen más el término “truncado”, se obtienen al dividir cada arista en tres partes y recortar por estas divisiones. Si dividimos la arista a la mitad y truncamos, solo obtenemos dos nuevos poliedros: el cuboctaedro y el icosidodecaedro.



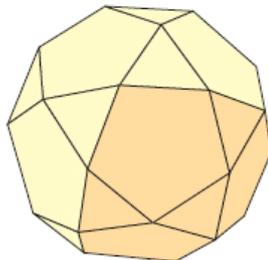
Cuboctaedro



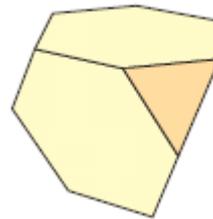
Cubo truncado



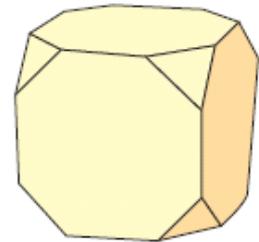
Cuboctaedro



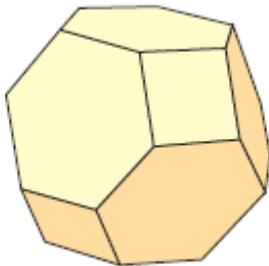
Icosidodecaedro



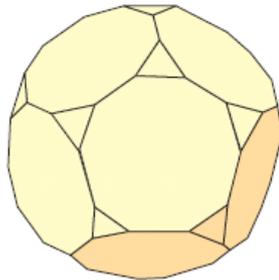
Tetraedro truncado



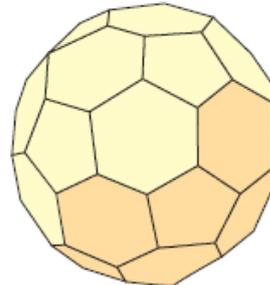
Hexaedro truncado



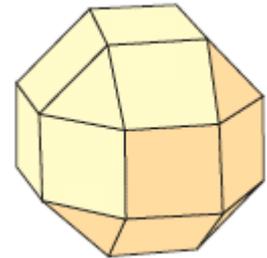
Octaedro truncado



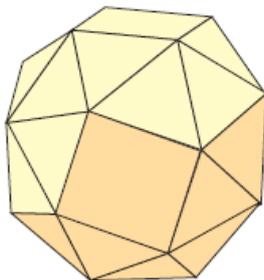
Dodecaedro truncado



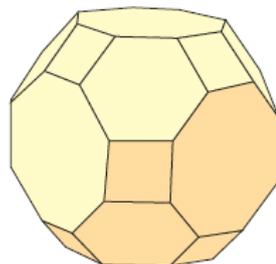
Icosaedro truncado



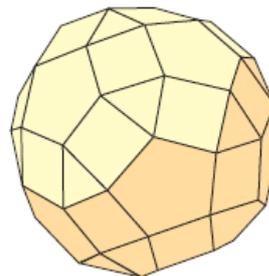
Rombocuboctaedro



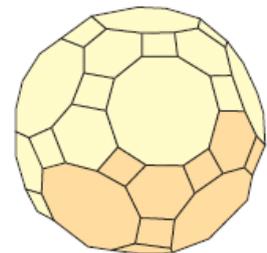
Hexaedro achatado



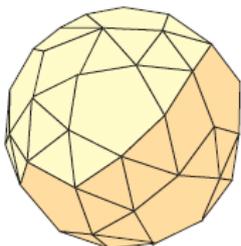
Cuboctaedro truncado



Romboicosidodecaedro



Icosidodecaedro truncado



Dodecaedro achatado



✚ Con los materiales de clase construye algunos de ellos y calcula qué valor tiene en cada poliedro semirregular la expresión $C + V - A$ (fórmula de Euler).

✚ Si observas detenidamente un balón de fútbol comprobarás que su forma es parecida a la de un poliedro semirregular (salvo que es curva). Suponiendo que las caras fueran planas:



- ¿Qué polígonos regulares confluyen en cada vértice del poliedro semirregular? Comprueba si se verifica la fórmula de Euler.
- Calcula la superficie tomando como medidas las piezas con las que has construido los poliedros regulares.

✚ Teniendo en cuenta cómo se obtienen los poliedros semirregulares, completa las siguientes tablas:

<i>Cortando por la mitad de las aristas</i>	Polígono que queda en las caras	Polígono en lugar de los vértices	<i>Cortando más cerca de los vértices</i>	Polígono que queda en las caras	Polígono en lugar de los vértices
Tetraedro			Tetraedro		
Hexaedro	Cuadrado	Triángulo	Hexaedro	Octógono	Triángulo
Octaedro			Octaedro		
Dodecaedro			Dodecaedro		
Icosaedro			Icosaedro		

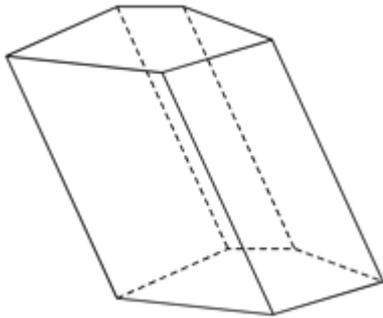


Poliedros convexos irregulares

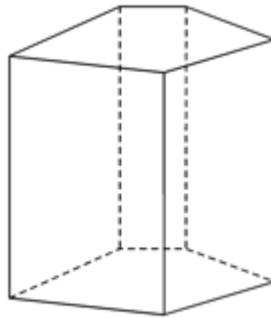
A los poliedros que no son regulares ni semirregulares se les llama **poliedros irregulares** y entre ellos podemos destacar los **Prismas** y las **Pirámides**.

a) Un **Prisma** es un poliedro que tiene dos caras que son polígonos iguales y están situadas en planos paralelos. El resto de sus caras son paralelogramos.

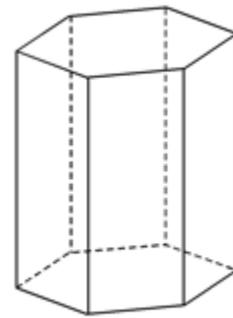
Hay dos tipos de prismas: Rectos (si sus aristas laterales son perpendiculares a las bases) y Oblicuos (si sus aristas laterales no cumplen esa condición).



Prisma pentagonal irregular oblicuo



Prisma pentagonal irregular recto

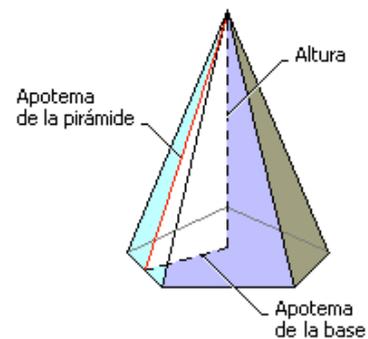


Prisma regular Hexagonal recto

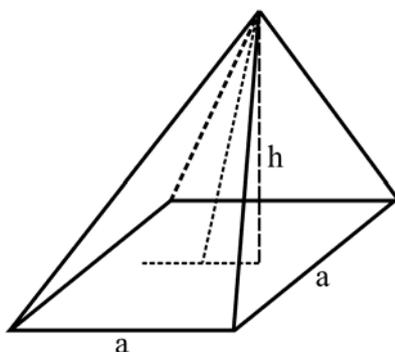
➤ Los prismas cuyas bases son paralelogramos se llaman **paralelepípedos**.

b) Una **Pirámide** es un poliedro que tiene por base un polígono cualquiera y las caras restantes son triángulos que concurren en un punto. Si la base es un polígono regular la pirámide se dice regular y en caso contrario irregular.

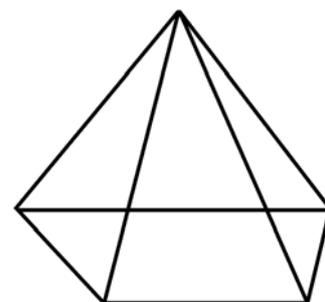
Según que la base sea un triángulo, un cuadrado, un pentágono etc. la pirámide se llama triangular, cuadrangular, pentagonal etc.



Pirámide regular pentagonal



Pirámide oblicua de base cuadrada



Pirámide oblicua de base cuadrangular

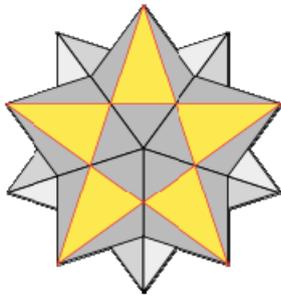


Poliedros regulares estrellados

Los poliedros regulares estrellados son conocidos como poliedros de Kepler-Poinsot. Johannes Kepler se dio cuenta de que existían dos maneras diferentes de pegar 12 pentágonos estrellados a lo largo de sus aristas para obtener un sólido regular. Si 5 de ellos se unen en un solo vértice, obtendremos *el pequeño dodecaedro estrellado* que tiene doce vértices. Si son 3 los que se encuentran en cada vértice obtendremos *el gran dodecaedro estrellado*. La contribución de Kepler fue reconocer que cumplían con la definición de sólidos regulares aunque fueran cóncavos en lugar de convexos como los tradicionales sólidos platónicos. Tanto uno como otro sus caras son cóncavas.

Posteriormente, Louis Poinsot descubrió los otros dos poliedros cóncavos regulares estrellados: *el gran icosaedro* y *el gran dodecaedro*. Tanto uno como otro sus caras son convexas.

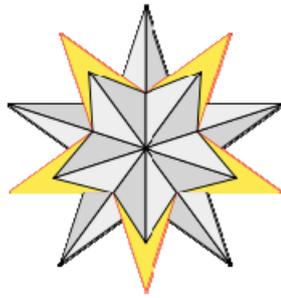
Sólidos de Kepler-Poinsot



{5/2, 5}

Pequeño dodecaedro estrellado

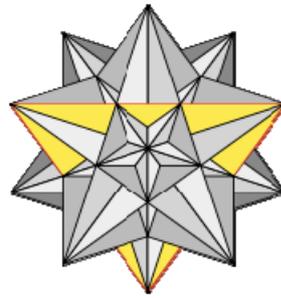
Cara: pentagrama



{5/2, 3}

Gran dodecaedro estrellado

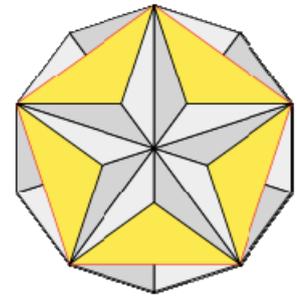
Cara: pentagrama



{3, 5/2}

Gran icosaedro

Cara: triángulo



{5, 5/2}

Gran dodecaedro

Cara: pentágono

El pequeño dodecaedro estrellado

Consiste en un dodecaedro con una pirámide pentagonal en cada una de sus doce caras.

En consecuencia, las 12 caras se extienden a pentagramas con el pentágono central dentro del sólido. La parte externa de cada cara consta de 5 triángulos (pero éstas no son polígonos regulares, son triángulos isósceles).

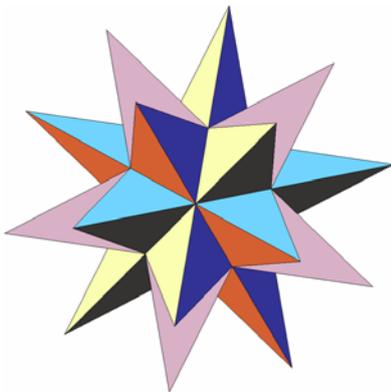
Un *pentagrama* es una estrella de cinco puntas dibujada con cinco trazos rectos. El pentagrama no es simplemente una estrella de cinco puntas: el símbolo debe estar compuesto de cinco líneas, es decir, *incluir el pentágono interior*.





El pequeño dodecaedro estrellado se encuentra como mosaico en el suelo de la catedral de San Marcos en la ciudad italiana de Venecia. Fue realizado por Paolo Ucello en el año 1430.

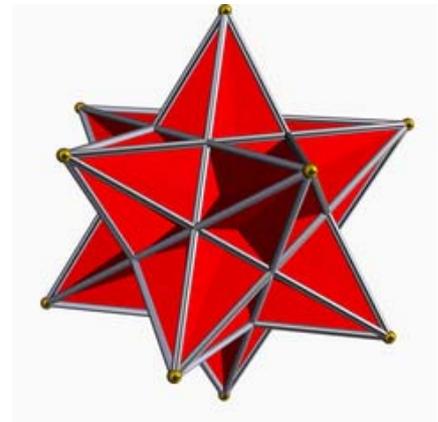
- ✚ Construye con los materiales de clase el pequeño dodecaedro estrellado.
- ✚ Calcula la superficie del poliedro.



Gran dodecaedro estrellado



Gran dodecaedro



Gran icosaedro

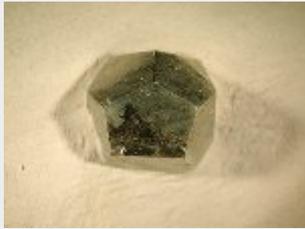
Direcciones sobre poliedros en Internet

- 🌐 <http://mathworld.wolfram.com/Polyhedron.html> (Todo sobre poliedros)
- 🌐 <http://www.singsurf.org/polyhedra/uniform.html> (Applets de Java para visualizarlos)
- 🌐 <http://mathworld.wolfram.com/Cube.html> (Desarrollos en el plano del cubo)



Poliedros minerales

Los minerales se organizan en siete sistemas que se caracterizan por la forma de los bloques elementales que constituyen sus cristales, la llamada *forma primitiva*. Hay siete sistemas cristalinos (cúbico, tetragonal, hexagonal, romboédrico, ortorrómbico, monoclinico y triclínico), que desarrollan treinta y dos clases de simetría.

			
Cuarzo lechoso	Magnetita	Piritoedro	Vanadinita
			
Dolomita	Fluorita	Fluorita octaédrica	Pirita cúbica

Direcciones sobre minerales en Internet

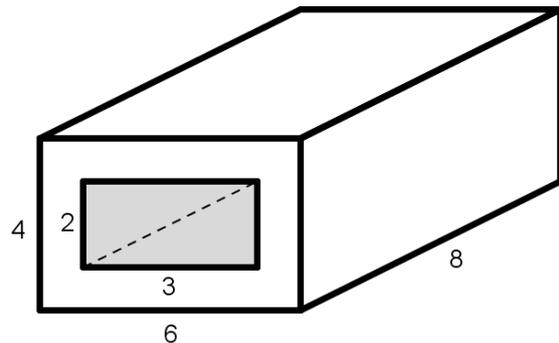
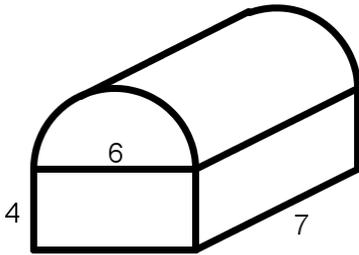
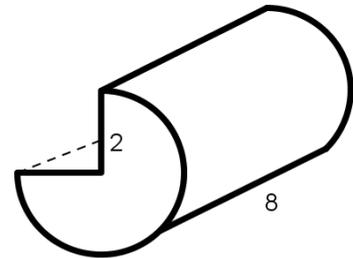
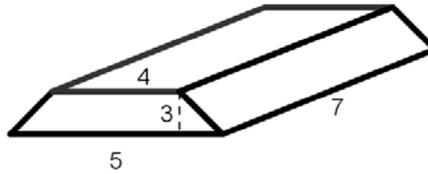
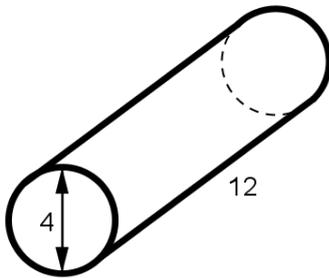
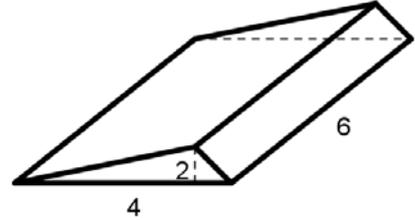
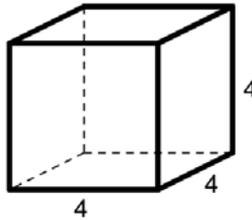
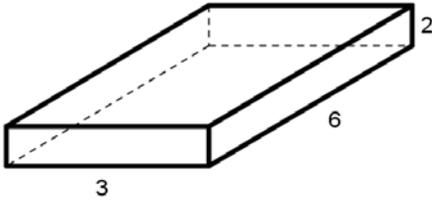
- <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/geophys/mineral.html#c1>
- http://www.mineraltown.com/mineral_gallery/fotos_minerales.htm
- <http://www.webmineral.com/specimens.shtml>



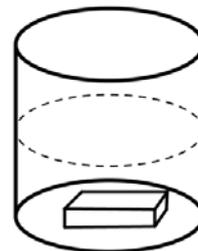
Problemas sobre volúmenes

Un prisma es un cuerpo cuya sección recta es constante a lo largo de toda su longitud. Este hecho nos dará un método muy fácil para calcular el volumen de cualquier prisma. Así el volumen de un prisma será el área de la sección por su longitud.

- 1) **Calcula el volumen y el área superficial de las siguientes figuras:**

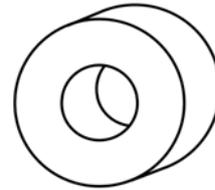


- 2) **Halla la altura de un cilindro cuyo volumen es 300 cm^3 y cuyo radio mide 5 cm.**
- 3) **Tenemos un bote cilíndrico de 15 cm de altura y cuya base tiene 5 cm de radio.**
 a) **Calcula el volumen de dicho bote.**
 b) **¿Hasta que altura hay que llenar el bote para tener un litro de agua?**
- 4) **Una tarta mide 8 cm de alta y tiene un diámetro de 25 cm.**
 a) **Halla el volumen de dicha tarta.**
 b) **¿Qué diámetro tendría una tarta con la misma altura que la anterior pero con el doble de volumen?**
- 5) **Tenemos una pecera cilíndrica de 20 cm de radio con agua hasta una altura de 10 cm. ¿Cuánto subiría el nivel del agua si tiráramos en el interior un lingote de 3 cm de alto por 5 de ancho por 10 de largo de manera que el agua lo cubriera totalmente?**



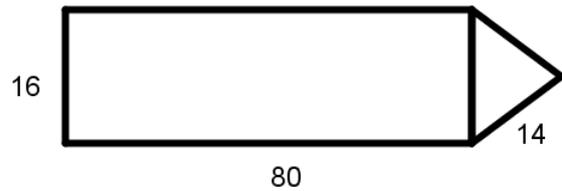


- 6) Calcula el volumen de la siguiente rueda sabiendo que tiene un diámetro exterior de 60 cm, un diámetro interior de 40 cm y 15 cm de ancha.



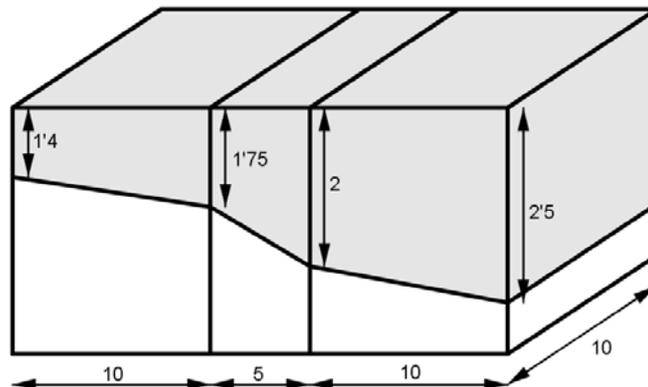
- 7) Utilizando el Principio de Arquímedes “*Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso del fluido que desaloja*” calcula el peso de la rueda anterior si al sumergirla en agua flota horizontalmente saliendo por fuera del líquido 5 cm.

- 8) Estamos situados en el puerto de Dénia cuando está descargando un barco procedente de Baleares. A nivel de flotación el barco tiene una silueta como esta, donde las unidades vienen expresadas en metros.



Si desde que comienza a descargar hasta que termina, el barco se eleva medio metro sobre el nivel del agua. ¿Cuánto peso ha descargado el barco?

- 9) Una piscina tiene una forma como la de la figura. Calcula la capacidad de dicha piscina si las medidas vienen dadas en metros.



Soluciones

1) a) $\begin{cases} V = 36 \\ A = 72 \end{cases}$ b) $\begin{cases} V = 64 \\ A = 96 \end{cases}$ c) $\begin{cases} V = 24 \\ A = ? \end{cases}$ d) $\begin{cases} V = 48\pi \\ A = 56\pi \end{cases}$ e) $\begin{cases} V = 94'5 \\ A = 132'56 \end{cases}$

f) $\begin{cases} V = 75'39 \\ A = 126'24 \end{cases}$ g) $\begin{cases} V = 266'96 \\ A = 259'1 \end{cases}$ h) $\begin{cases} V = 144 \\ A = 276 \end{cases}$

2) $h = 3'81 \text{ cm}$ 3) $\begin{cases} V = 1178'09 \text{ cm}^3 \\ h = 12'73 \text{ cm} \end{cases}$ 4) $\begin{cases} V = 3926'96 \text{ cm}^3 \\ d = 35'35 \text{ cm} \end{cases}$ 5) $h = 0'11 \text{ cm}$

6) $V = 23561'94 \text{ cm}^3$ 7) $P = 15707'96 \text{ gr.}$ 8) $P \cong 686.000 \text{ kg.}$ 9) $V = 476,25 \text{ m}^3$



Geometría esférica

Sobre la superficie esférica existen las circunferencias máximas que tienen dos propiedades análogas a las que tienen las rectas sobre el plano:

- 1) **Por dos puntos pasa un círculo máximo y sólo uno.**
- 2) **La menor distancia entre dos puntos es un arco de circunferencia máxima.**

También se han estudiado triángulos y polígonos esféricos con propiedades análogas a las de los planos.

Esto permite construir una geometría sobre la superficie esférica análoga a la plana.

Sin embargo hay una propiedad muy importante de la geometría plana que no tiene correspondencia con la esfera: **El postulado de Euclides.**

Por un punto de la superficie esférica exterior a un círculo máximo se pueden trazar infinitas circunferencias máximas, pero todas ellas cortan a la primera en dos puntos diametralmente opuestos, por tanto, no existen líneas paralelas en la geometría esférica.

Por esta razón la geometría esférica representa un modelo de **geometría no Euclídea**. En esta geometría no se verifican las propiedades derivadas del postulado de Euclides, por ejemplo: La suma de los tres ángulos de un triángulo esférico no es constante sino variable, entre dos y seis rectos. Esta suma depende de la longitud de los lados.

La Tierra

La Tierra tiene una forma sensiblemente esférica, como lo prueban la forma circular del horizonte, la ocultación de los navíos al alejarse de la costa, la sombra arrojada sobre la Luna durante los eclipses, los numerosos viajes realizados sobre la misma desde Juan Sebastián Elcano (1519-1522), las fotografías obtenidas desde los satélites artificiales, etc.

El radio medio terrestre, es decir, el radio de una esfera de igual volumen es 6371 km.

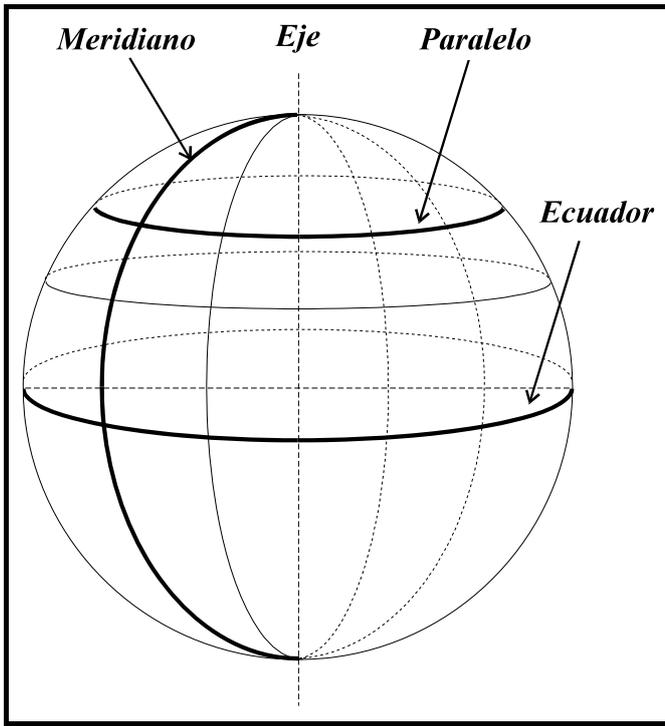
Los accidentes del suelo son relativamente despreciables, pues todos ellos, desde la altura más alta (el monte Everest con 8'9 km) a la fosa más profunda (9'8 km. a 110 km. al este de las Filipinas), quedarían incluidos en un trazo de 1 mm de espesor si la tierra se representase por un círculo de 320 mm de radio.

Con mayor aproximación se puede considerar la Tierra como un elipsoide de revolución. Su eje menor, coincidente con el eje de rotación o radio polar, es $b \cong 6356'9$ km y el eje mayor o radio ecuatorial es $a \cong 6378'4$ km.

El giro de la Tierra se produce alrededor de un eje, línea imaginaria que pasa por su centro y la corta en dos puntos: los polos.



Para fijar la posición de un punto sobre la superficie terrestre se utiliza una red de circunferencias formadas por:



Meridianos

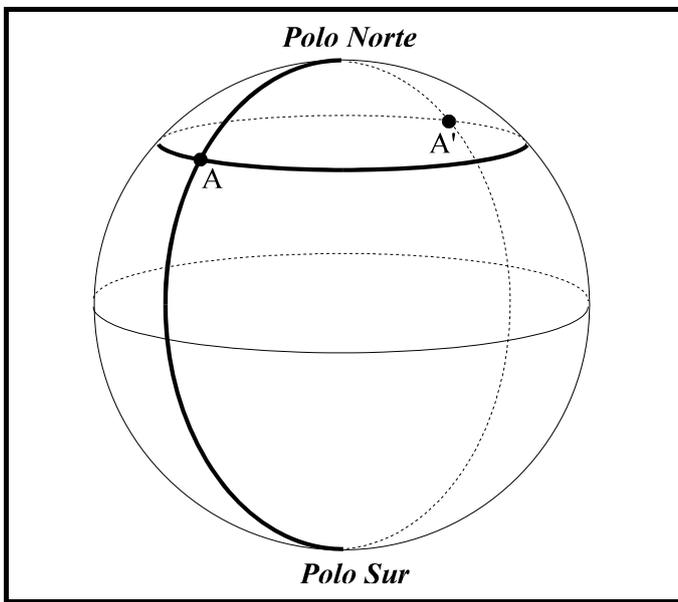
Son circunferencias máximas que pasan por los extremos del eje de rotación o polos (Norte y Sur).

Paralelos

Son circunferencias de plano perpendicular al eje de rotación. De ellas, la que tiene su centro en el centro de la esfera, se llama **ecuador**. Es una circunferencia máxima que divide a la superficie de la Tierra en dos mitades: los hemisferios norte y sur.

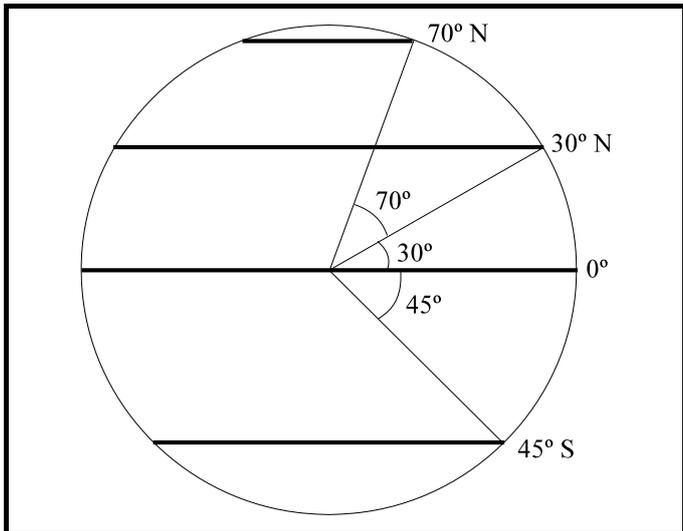
Los paralelos cortan ortogonalmente a los meridianos.

Coordenadas Geográficas.

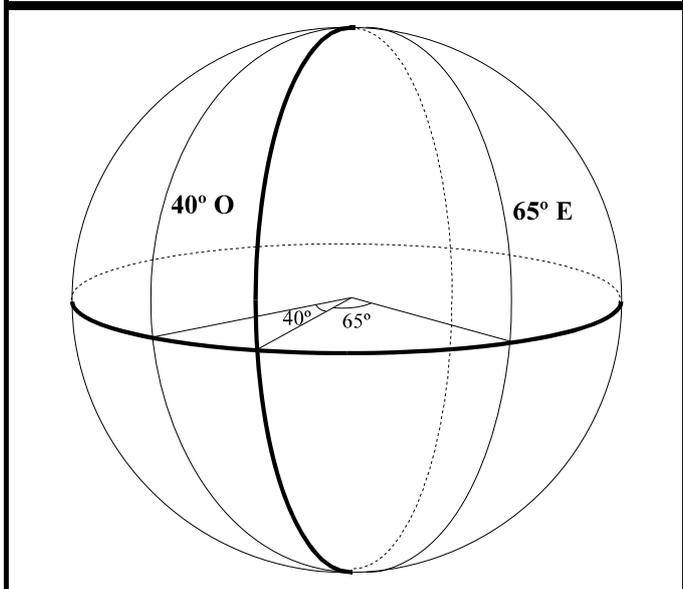


Por cada punto A de la Tierra distinto de los polos, pasa un único meridiano y un único paralelo. Pero hay otro punto A', que comparte con A ambas líneas. Por eso, cuando hablemos de **meridiano** de un lugar haremos referencia solamente a la semicircunferencia que pasa por los polos y por ese lugar. A la otra semicircunferencia se le suele llamar **antimeridiano** de éste.

Con ese convenio, también a cada par de líneas, meridiano y paralelo, le corresponde un único punto de la Tierra. Se establece, así, un **sistema de referencia sobre la superficie terráquea**.



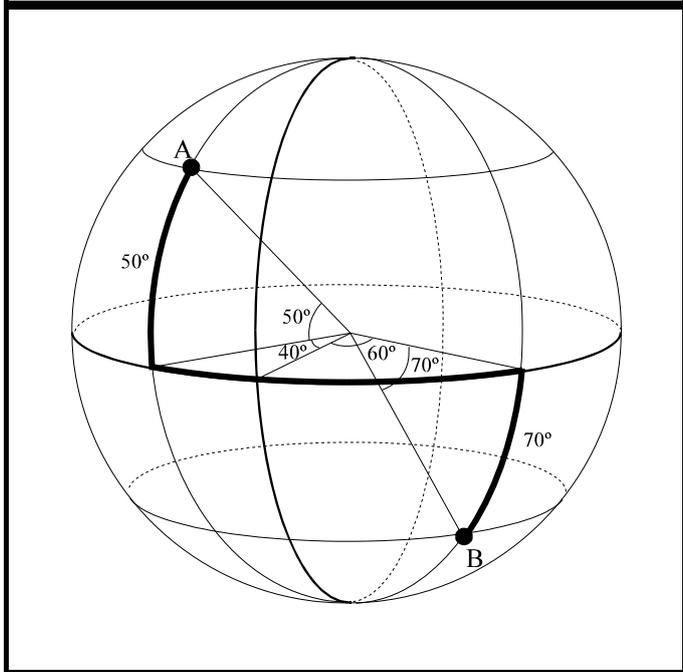
Los paralelos se designan por su distancia angular al ecuador y añadiendo si están por encima o por debajo de éste. En la gráfica aparecen señalados algunos paralelos con su nombre.



Los meridianos se designan por su distancia angular a un meridiano que se toma como origen y haciendo referencia a si quedan a su derecha (este) o a su izquierda (oeste). El meridiano inicial se llama meridiano cero o de Greenwich.

Greenwich es un barrio al sur de Londres en cuyo parque había un observatorio en el cual se fijó el meridiano cero.

El meridiano cero pasa muy cerca de Castellón de la Plana.



Longitud de un punto

Es el ángulo que forma su meridiano con otro previamente determinado, llamado meridiano origen. De ordinario se toma el que pasa por Greenwich.

La longitud puede oscilar desde 180° oeste a 180° este

Latitud de un punto

Es el ángulo que forma el radio terrestre que pasa por dicho punto con el plano del ecuador.

La latitud oscila desde 90° norte a 90° sur.



El punto A se designa: 40° longitud oeste, 50° latitud norte.

El punto B se designa: 60° longitud este, 70° latitud sur.

Las coordenadas geográficas son un sistema de referencia natural, salvo el origen de meridianos que fue elegido artificialmente.

Distancia entre dos puntos de la superficie terrestre

Distancia entre dos puntos de la superficie terrestre es el menor de los arcos de la circunferencia máxima determinada por esos puntos.

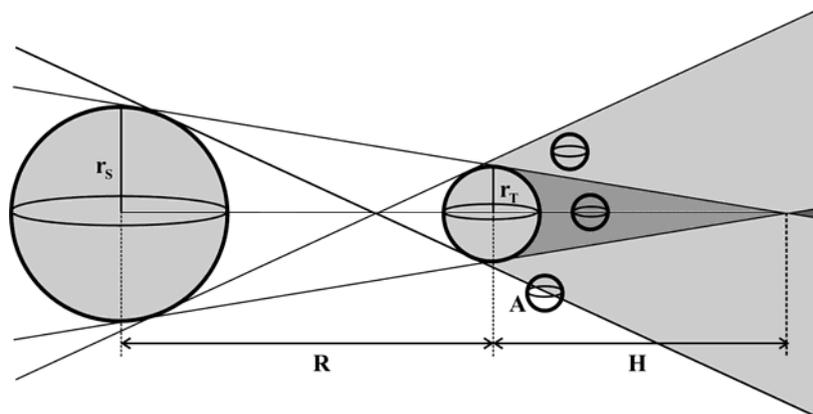
- ✚ ¿Cuántos km. corresponden a la longitud de un arco de 1°?
- ✚ Dos ciudades con la misma longitud están a una distancia de 450 km. ¿cuál es la diferencia entre sus latitudes?

El arco de un minuto, de longitud 1'852 km., se llama **milla marina**. La velocidad de una **milla por hora** se llama **nudo**.

Los Eclipses. Eclipse de Luna

Un eclipse (del griego ekleipsis, “desaparición”, “abandono”) es un suceso en el que la luz procedente de un cuerpo celeste es bloqueada por otro. Normalmente hablamos de eclipses de Sol y de Luna, que ocurren solamente cuando el Sol y la Luna se alinean con la Tierra.

La luna no tiene luz propia, sino que refleja la luz que recibe directamente del sol. Hay determinadas ocasiones en las que la Tierra se sitúa justo entre el Sol y la Luna, tapando esta luz y produciendo una sombra sobre la Luna, es decir un eclipse lunar, que puede ser total o parcial.



La Tierra arroja por detrás suyo un cono de sombra y uno de penumbra. El eclipse total sucede cuando la Luna recorre la zona de sombra y su duración máxima es de 1hora 42minutos. En el eclipse parcial, la Luna permanece en la penumbra y nunca deja de observarse completamente. Podemos calcular la altura del cono de sombra utilizando la semejanza de triángulos.

El radio del Sol es $r_s = 695000\text{km}$, el radio de la Tierra es $r_T = 6378\text{km}$, y la distancia media de la Tierra al Sol es $R = 149600000\text{km}$. Si llamamos H a la altura del cono de sombra, tenemos que:

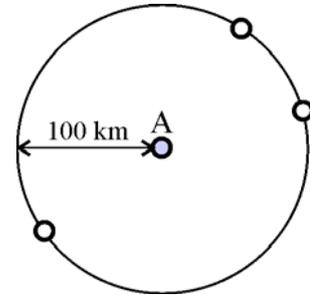
$$\frac{r_T}{H} = \frac{r_s}{R + H} \Rightarrow H = 1385591\text{km}$$



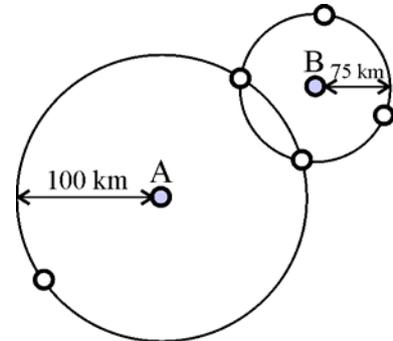
GPS. Sistema de Posicionamiento Global

Supongamos que nos encontramos en una ciudad desconocida, X, conectada a otras ciudades mediante una red de carreteras *todas rectas*, y a través de las cuales los vehículos se desplazan siempre a una *velocidad constante* de 100 km/h. Para conocer cuál es nuestra ciudad y su posición en un mapa solicitamos información a los distintos viajeros que llegan a ella.

El primer viajero nos dice que viene de la ciudad A (de la que conocemos su posición) y que partió a las 16 horas. Al mirar nuestro reloj vemos que son las 17 horas por lo que deducimos que la distancia que hay entre la ciudad A y nuestra ciudad X es de 100 km. Al mirar el mapa vemos que hay 3 ciudades que se encuentran exactamente a esa distancia, que son las que se encuentran en una circunferencia de centro la ciudad A y radio 100 km. pero no sabemos cuál de ellas es la nuestra.

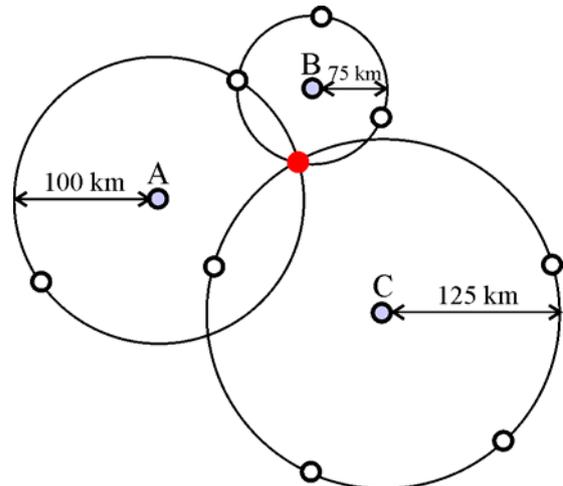


El segundo viajero nos dice que viene de la ciudad B (de la que conocemos su posición) y que partió a las 16:30 horas. Al mirar nuestro reloj vemos que son las 17:15 horas por lo que deducimos que la distancia que hay entre la ciudad B y nuestra ciudad X es de 75 km. Al mirar el mapa vemos que hay 4 ciudades que se encuentran exactamente a esa distancia, que son las que se encuentran en una circunferencia de centro la ciudad B y radio 75 km. pero no sabemos cuál de ellas es la nuestra.



Si dibujamos ambas circunferencias sobre el mapa comprobaremos que solo hay 2 ciudades que se encuentran en la intersección de las dos circunferencias por lo que una de las dos es la nuestra.

Un tercer viajero nos dice que viene de la ciudad C (de la que conocemos su posición) y que partió a las 16:15 horas. Al mirar nuestro reloj vemos que son las 17:30 horas por lo que deducimos que la distancia que hay entre la ciudad C y nuestra ciudad X es de 125 km. Al mirar el mapa vemos que hay 5 ciudades que se encuentran exactamente a esa distancia, que son las que se encuentran en una circunferencia de centro la ciudad C y radio 125 km. *Al trazar simultáneamente las tres circunferencias obtenemos exactamente la posición de nuestra ciudad X desconocida hasta ahora.*



Observaciones:

- Hemos dado por hecho que los relojes de los viajeros y los nuestros están sincronizados a la misma hora, que los automóviles se desplazan a velocidad constante y que las carreteras son rectas.
- En el caso que nos atañe, nosotros somos el GPS y los viajeros que contestan nuestras preguntas son los paquetes de datos que envían los satélites al receptor GPS.

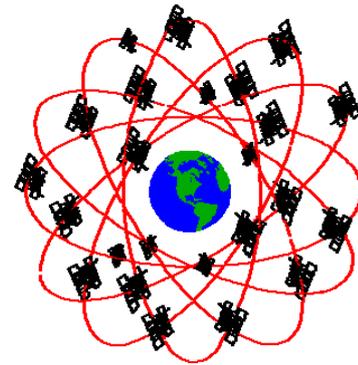


- Los automóviles son la ondas de radio que transportan la información que proviene de los satélites y que esas ondas viajan aproximadamente a 300.000 km/seg
- Nuestro reloj de pulsera es el reloj interno del GPS.
- En un plano tres arcos de círculo intersectan en un solo punto. Sin embargo el GPS da la posición en tres dimensiones, por lo que hacen falta cuatro (o más) mediciones de distancias, ya que 3 esferas coinciden en dos puntos pero 4 esferas coinciden en un único punto.

¿Qué es el GPS?

El **Global Positioning System (GPS)** o **Sistema de Posicionamiento Global** es un Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) el cual permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave. La función primaria del GPS es utilizar los satélites en el espacio como puntos de referencia para situarnos nosotros aquí en la Tierra.

El GPS funciona mediante una red de 24 satélites (21 operativos y 3 de repuesto) repartidos en 6 órbitas alrededor de la Tierra, situados a 20.200 km. de distancia de ésta y tal que sus trayectorias están sincronizadas para cubrir toda la superficie de la tierra. Para que la red GPS funcione, cada satélite transmite, de forma continua, señales de radio a distintas frecuencias que llegan a la Tierra atravesando nubes, vidrio y objetos de plástico, pero que no pueden atravesar construcciones sólidas como edificios o túneles.



El margen de error de un receptor *GPS normal* puede estar entre los 60 y los 100 metros de diferencia con la posición que muestra en su pantalla. Para un desplazamiento normal por tierra 100 metros de diferencia no debe ocasionar ningún problema, pero para realizar la maniobra de aterrizaje de un avión, sobre todo si las condiciones de visibilidad son bajas, puede llegar a convertirse en un desastre. Existe otro tipo de GPS llamado *GPS Diferencial* que introduce una mayor exactitud en el sistema. Ese tipo de receptor, además de recibir y procesar la información de los satélites, recibe y procesa, simultáneamente, otra información adicional procedente de una estación terrestre situada en un lugar cercano y reconocido por el receptor. Esta información complementaria permite corregir las inexactitudes que se puedan introducir en las señales que el receptor recibe de los satélites. La estación terrestre transmite al receptor GPS los ajustes que son necesarios realizar en todo momento, éste los contrasta con su propia información y realiza las correspondientes correcciones, mostrando en su pantalla los datos correctos con una gran exactitud y con un margen de error de menos de un metro de diferencia con la posición indicada. El único inconveniente del GPS Diferencial es que la señal que emite la estación terrestre cubre solamente un radio aproximado de unos 200 kilómetros. No obstante ese rango es más que suficiente para realizar una maniobra de aproximación y aterrizaje de un avión a un aeropuerto.

Un receptor GPS nos indica dónde estamos, pero no puede ser localizado por nadie, dado que como su nombre indica, es un mero receptor. Sólo recibe señales, no las envía. El sistema fue desarrollado e instalado, y actualmente es operado, por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos. Actualmente la Unión Europea intenta lanzar su propio sistema de posicionamiento por satélite, denominado Galileo. Entre otras aplicaciones, el GPS se usa hoy en aviones y barcos para dirigir la navegación en las aproximaciones a los aeropuertos y puertos.



Elementos que componen el GPS

1. *Sistema de satélites*: Está formado por 24 satélites con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie del globo terráqueo, repartidos en 6 planos orbitales de 4 satélites cada uno y con un periodo aproximado de 12 horas (dan dos vueltas a la Tierra cada día), a una altitud aproximada de 20.200 Km. La altura a la que se encuentran los satélites hace que la atmósfera esté bien despejada, lo que significa que orbitarán de manera regular y predecible mediante ecuaciones matemáticas sencillas.

La órbita de los satélites permite que 4 de ellos (como mínimo) sean visibles para un observador en todo momento y desde cualquier punto del globo. El hecho de que existan 24 satélites repartidos en 6 órbitas diferentes responde a un método de localización conocido como trilateración en 3D. La potencia es proporcionada por dos paneles convertidores de energía solar, los que continuamente siguen al sol, cargando las baterías a bordo para cuando el satélite se encuentre en la parte oscura de su órbita.

2. *Estaciones terrestres*: Verifican que los satélites estén funcionando correctamente, que mantengan las posiciones programadas, y que la forma de transmisión sea la esperada. Existen cinco estaciones de seguimiento en puntos repartidos del planeta. La sede central se encuentra en Estados Unidos, en la localidad de Colorado Springs, y es la única que cuenta con personal. El resto se encuentran en Hawai, isla de Ascensión en el océano Atlántico, Kwajalein en el Pacífico y el atolón de Diego García en el Índico. En estas cuatro se reciben los datos de los satélites y, a su vez, los reenvían a la estación central norteamericana, donde se ajusta o corrige la información sobre la posición de los satélites en caso necesario, y se les vuelve a reenviar ya corregida.

3. *Terminales receptores*:

Estos terminales, conocidos también como unidades GPS, siempre pueden captar la señal de al menos 4 satélites. A través de ellos podemos conocer en cada momento la *longitud*, *latitud* y *altitud* en la que nos encontramos a cada instante.



Funcionamiento

1. La función primaria del GPS es utilizar los satélites en el espacio como puntos de referencia para situarnos aquí en la Tierra. Esto se logra mediante una precisa medición de nuestra distancia hacia tres satélites, lo que nos permite “triangular” nuestra posición en cualquier parte de la Tierra. Cada satélite conoce su propia posición y la de los otros satélites del sistema, y envía la información orbital al receptor.
2. Cada satélite emite de forma continua una señal de radio que viaja a la velocidad de la luz (300.000 km. por segundo). La distancia entre el satélite y el GPS se mide calculando el tiempo que la señal tarda en llegar al receptor. Para poder calcular el tiempo de viaje de la señal de radio, tanto el satélite como el receptor generan códigos sincronizados, esto es, que ambos generan el mismo código al mismo tiempo. De esta manera, cuando llega una onda al receptor este determina el tiempo transcurrido desde que éste generó el mismo código. La diferencia de tiempo es lo que tardó la onda en llegar.

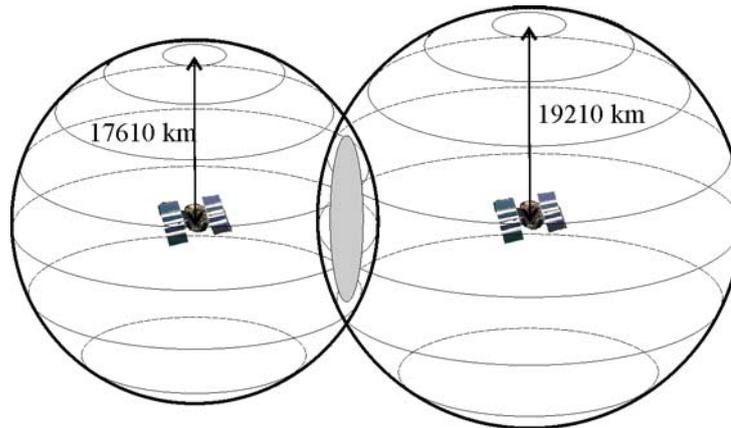
Supongamos que el tiempo de retardo sea de 0.06 segundos. Conociendo este tiempo, lo multiplicamos por la velocidad de la luz y ya obtenemos la distancia hasta el satélite.

$$\text{Tiempo de retardo (0.06 seg.)} \times \text{Vel. de la luz (300.000 km/seg)} = \text{Dist. (18.000 km.)}$$

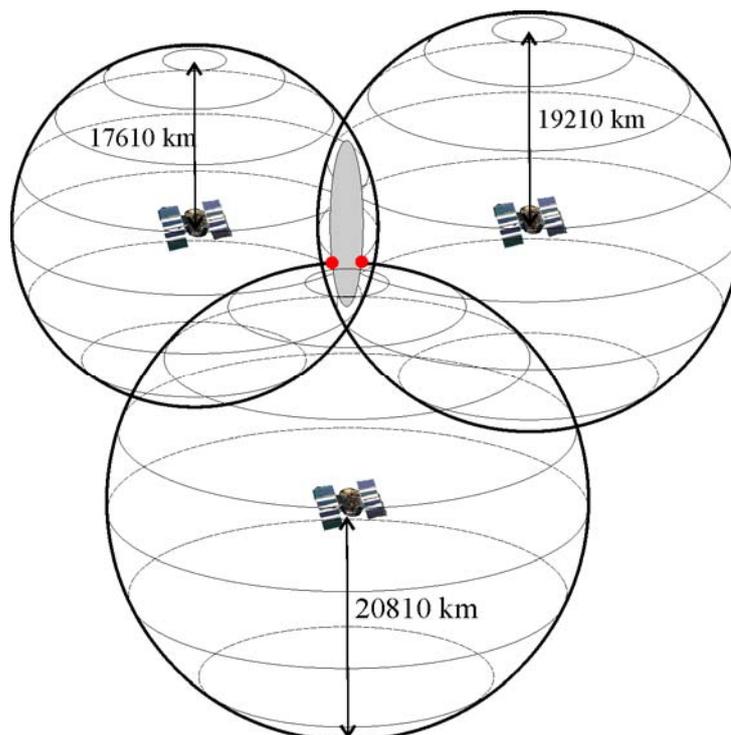


3. Vamos a ver cómo conocidas las distancias desde el GPS a los satélites podemos situarnos en cualquier punto de la Tierra.

Supongamos que medimos nuestra distancia al primer satélite y resulta ser 11.000 millas (17.610 km.). Sabiendo que estamos a esa distancia de un satélite determinado esto limita nuestra posición a la superficie de una esfera que tiene como centro dicho satélite y cuyo radio es 17.610 km. A continuación medimos nuestra distancia a un segundo satélite y descubrimos que estamos a 12.000 millas (19.210 km.) de él. Esto nos indica que no estamos solamente en la superficie de la primera esfera correspondiente al primer satélite, sino también que estamos sobre otra superficie de otra esfera que tiene como centro el segundo satélite y radio 19.210 km. Dicho de otra manera quiere decir que estamos en algún lugar de la circunferencia que resulta de la intersección de las dos esferas.



Si ahora medimos nuestra distancia a un tercer satélite y descubrimos que estamos a 13.000 millas (20.810 km.) de él, esto nos indica que también estamos en algún punto de la superficie de la esfera cuyo centro es el tercer satélite y radio 20.810 km. Esto limita nuestra posición aún más, a los dos puntos en los cuales esta última esfera de radio 20.810 km. corta a la circunferencia que resulta de la intersección de las dos primeras esferas. Esta posición se presenta en la pantalla del receptor GPS como **Latitud** y **Longitud**. Por tanto, se necesitan 3 satélites para obtener la posición en 2 dimensiones.





4. Tanto el satélite como el receptor generan un juego de códigos digitales que responden a un código binario. Este juego de códigos digitales llevan el nombre de *pseudo-random* (pseudos-aleatorios) y están diseñados de forma tal que puedan ser fácilmente comparados, en forma rápida y sin ambigüedades. La frecuencia pseudos-aleatorio se repite en el orden de los milisegundos. La precisión y la exactitud en la medida de la distancia a los satélites son cruciales para el perfecto funcionamiento del GPS. Para ello, debemos disponer de relojes enormemente precisos, ya que una milésima de segundo a la velocidad de la luz puede suponer un error de 300 km. Para los satélites esto no supone un problema ya que cada uno de ellos dispone de un reloj atómico en su interior. Aunque su nombre dé a entender que funciona con energía atómica, este reloj no utiliza este tipo de energía. Su nombre proviene del hecho que utiliza las oscilaciones de un átomo determinado como "metrónomo".

Lamentablemente, dado el coste y el tamaño, es imposible disponer de un reloj atómico en un receptor. Para solucionar este problema, los ingenieros que desarrollaron el GPS tuvieron la brillante idea de incluir (simular) un "reloj atómico" mediante la recepción de la señal de un satélite extra. La recepción de una señal extra permite que el receptor pueda calcular los errores producidos en la medición y comparación del tiempo y compensarlos, de ahí la necesidad de emplear cuatro satélites para la medición de nuestra posición, en lugar de tres como sería de esperar en un sistema tridimensional. Gracias a este "reloj atómico", los receptores pueden emplearse para algo más que el cálculo de posiciones, como la calibración de otros sistemas de navegación, la sincronización de sistemas informáticos u otros equipos, o la sincronización con el horario universal, entre otros. *Teniendo información de un cuarto satélite, eliminamos el inconveniente de la falta de sincronización entre los relojes de los receptores GPS y los relojes de los satélites.* Y es en este momento cuando el receptor GPS puede determinar una posición 3-D exacta (*Latitud, Longitud y Altitud*). Al no estar sincronizados los relojes entre el receptor y los satélites, la intersección de las cuatro esferas con centro en estos satélites es un pequeño volumen en vez de ser un punto. La corrección consiste en ajustar la hora del receptor de tal forma que este volumen se transforme en un punto. La conclusión es que *para obtener medidas precisas en tres dimensiones se necesitan por lo menos cuatro satélites.* Una consecuencia de este principio es que cualquier GPS decente debe ser capaz de sintonizar al menos 4 satélites de manera simultánea. En la práctica, casi todos los GPS que se venden actualmente acceden a más de 6 y hasta a 12 satélites simultáneamente.

5. Una de las presunciones básicas que hemos estado usando a lo largo de este tema no es exactamente cierta. Hemos estado afirmando que podemos calcular la distancia a un satélite multiplicando el tiempo de viaje de su señal por la velocidad de la luz. Pero la velocidad de la luz sólo es constante en el vacío.

Una señal de GPS pasa a través de partículas cargadas en su paso por la ionosfera y luego al pasar a través de vapor de agua en la troposfera pierde algo de velocidad, creando el mismo efecto que un error de precisión en los relojes. Hay un par de maneras de minimizar este tipo de error. Por un lado, podríamos predecir cual sería el error tipo de un día promedio. A esto se lo llama modelación y nos puede ayudar pero, por supuesto, las condiciones atmosféricas raramente se ajustan exactamente el promedio previsto.

Otra manera de manejar los errores inducidos por la atmósfera es comparar la velocidad relativa de dos señales diferentes. Esta medición de doble frecuencia es muy sofisticada y solo es posible en receptores GPS muy avanzados.

Los problemas para la señal de GPS no terminan cuando llega a la tierra. La señal puede rebotar varias veces debido a obstrucciones locales antes de ser captada por nuestro receptor GPS.



Este error es similar al de las señales fantasma que podemos ver en la recepción de televisión. Los buenos receptores GPS utilizan sofisticados sistemas de rechazo para minimizar este problema. Aún siendo los satélites muy sofisticados no tienen en cuenta minúsculos errores en el sistema.

Los relojes atómicos que utilizan son muy, pero muy, precisos, pero no son perfectos. Pueden ocurrir minúsculas discrepancias que se transforman en errores de medición del tiempo de viaje de las señales. Y, aunque la posición de los satélites es controlada permanentemente, tampoco pueden ser controlados a cada segundo. De esa manera pequeñas variaciones de posición o de efemérides pueden ocurrir entre los tiempos de monitoreo. En la realidad suele haber más satélites disponibles que los que el receptor GPS necesita para fijar una posición, de manera que el receptor toma algunos e ignora al resto.

Si el receptor toma satélites que están muy juntos en el cielo, las circunferencias de intersección que definen la posición se cruzarán a ángulos con muy escasa diferencia entre sí. Esto incrementa el área gris o margen de error acerca de una posición. Si el receptor toma satélites que están ampliamente separados, las circunferencias intersectan a ángulos prácticamente rectos y ello minimiza el margen de error. Los buenos receptores son capaces de determinar cuáles son los satélites que dan el menor error por Dilución Geométrica de la Precisión.

Afortunadamente todos esos errores no suman demasiado error total. Existe una forma de GPS, denominada GPS Diferencial, que reduce significativamente estos problemas.

6. Aunque resulte difícil de creer, el mismo Gobierno que pudo gastar 12.000 Millones de dólares para desarrollar el sistema de navegación más exacto del mundo, está degradando intencionalmente su exactitud. Dicha política se denomina "Disponibilidad Selectiva" y pretende asegurar que ninguna fuerza hostil o grupo terrorista pueda utilizar el GPS para fabricar armas certeras.

Básicamente, el Departamento de Defensa introduce cierto "ruido" en los datos del reloj satelital, lo que a su vez se traduce en errores en los cálculos de posición. El Departamento de Defensa también puede enviar datos orbitales ligeramente erróneos a los satélites que estos reenvían a los receptores GPS como parte de la señal que emiten.

Estos errores en su conjunto son la mayor fuente unitaria de error del sistema GPS. Los receptores de uso militar utilizan una clave encriptada para eliminar la Disponibilidad Selectiva y son, por ello, mucho más exactos.

Utilidades de la red GPS

Los usos más conocidos del GPS son el de localización por carretera, circulación y desplazamiento por una ciudad desconocida, control de flotas de vehículos, servicios de ambulancias y socorro, empresas de transporte y mensajería, centrales de taxis, control de tráfico aéreo y rutas marítimas o fluviales. También existen empresas que ofrecen la localización de personas (puede resultar muy útil en el caso de ancianos, enfermos de alzhéimer o personas que practiquen deportes de riesgo) y automóviles (por ejemplo en la recuperación de vehículos robados) gracias a este sistema. *En todos estos casos se trata de un GPS que, ante una situación determinada, emite una señal de alarma que activa su localización a través de un software que viene asociado.*

Junto a ellos hay que señalar también las aplicaciones que tiene en Topografía y Geología. En el primer caso, el GPS resulta útil para levantar terrenos y hacer inventarios forestales y agrarios. Así por ejemplo, en el sector agrícola su uso deriva por ejemplo, en el control del crecimiento de un área determinada de la cosecha, trazado de lindes, seguimiento de vehículos y gestión forestal.



Otra de las utilidades que aporta el GPS se centra en la práctica de actividades deportivas y al aire libre. Existen muchos dispositivos que indican a través de una pantalla, la posición y el recorrido sobre un plano vectorial, con un puntero que se desplaza a lo largo de una ruta formada por una línea de puntos. Al poder determinar la elevación del terreno resulta también adecuado para la práctica de deportes de altura, como alpinismo o escalada, y además, ofrecen funciones como la brújula y el barómetro. Actividades como el esquí, el buceo, el senderismo y el ciclismo pueden encontrar un fuerte apoyo en este tipo de dispositivos.

Aplicaciones de uso del sistema GPS al entorno escolar

1. La posibilidad de ubicarse en el terreno mediante coordenadas enviadas por satélite, las vamos a utilizar para ser ubicados en el mapa cuando acudimos al medio natural. En nuestro cuaderno de campo estamos incluyendo actividades de orientación usando las coordenadas UTM.
2. Posibilidad de repetir una ruta. Mediante el uso del GPS tenemos la posibilidad de tener guardado el track de la ruta permitiéndonos el que podamos volver a repetir esa misma ruta pasando por esos lugares que nosotros hemos marcado. Esta opción es de gran utilidad cuando nos vamos a lugares donde existen multitud de sendas para llegar a un mismo lugar pero que dependiendo de cual cojamos pasaremos por uno u otro lugar. El GPS nos va a permitir que si me facilitan el track de una ruta podamos realizar dicha ruta sin haber estado nunca allí.
3. Pedir rescate en caso de accidente. Los datos que damos por teléfono al servicio de emergencias no siempre son bien interpretados causando en no pocas ocasiones desorientación más que delimitación del lugar del accidente. Esta situación sería evitable si dispusiésemos de un receptor GPS puesto que podríamos dar nuestra ubicación con exactitud mediante el sistema de coordenadas.
4. Dibujar tu ruta sobre el mapa y crear imágenes en 3D con altimetrías. Registrar una ruta en el GPS me va a permitir que al pasarla al ordenador pueda ver el recorrido real que he realizado con gran fiabilidad. Además, tengo la opción utilizando el software adecuado de poder levantar el mapa en 3D u obtener fotos aéreas donde queda reflejada la ruta. Si he ido anotando en los waypoints información seré capaz de modificar esa ruta adaptándola a las necesidades reales del nivel de los participantes (nivel de exigencia mayor, menor...)
5. Diseñar circuitos de condición física. El hecho de poder tener registrado la distancia y la altura de una zona conocida nos va a permitir que diseñemos circuitos acordes al objetivo buscado de manera sencilla pudiendo conocer el perfil del circuito en cuestión.
6. Levantamiento de perfiles de manera automática: Esta opción va a ser de gran utilidad cuando diseñamos rutas para informar de cómo va a ser la ruta en cuanto a los desniveles que va a tener de una manera gráfica y fácil de interpretar. Con el empleo del GPS vamos a obtener los perfiles de la ruta de manera automática así como la distancia recorrida.
7. Crear nuestras propias rutas y plasmarlas en papel nos va a servir de gran ayuda cuando queramos volver a realizar esa ruta. Esta opción nos va a permitir preparar salidas al medio natural en parajes muy diversos y memorizar y tener localizados puntos de interés. Esto nos lo va a proporcionar la utilización de los waypoint de nuestro receptor GPS.
8. Creación y modificación de mapas para orientación escolar disminuyendo el tiempo en el diseño y preparación de los recorridos. La ubicación de las balizas va a ser exacta y la longitud de los circuitos a si cómo la valoración de la dificultad de los mismos será algo que vamos a poder realizar de una manera cómoda con nuestro receptor GPS. Constituye una ayuda a la hora de trabajar contenidos de orientación en el medio escolar.



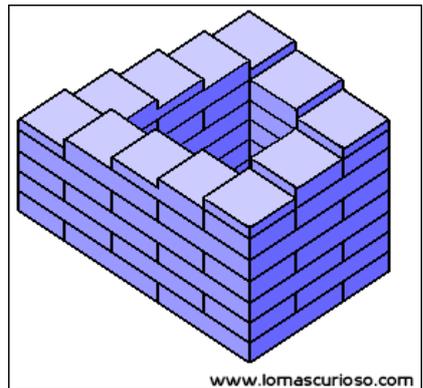
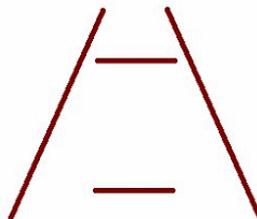
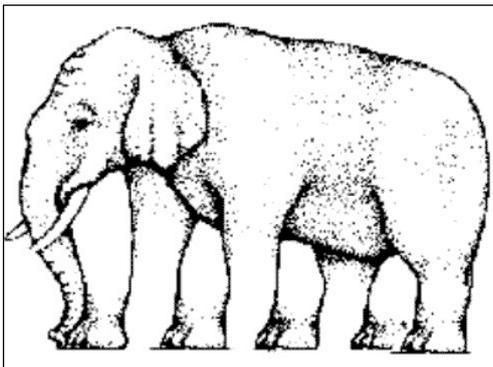
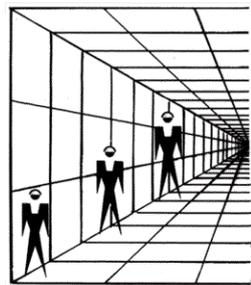
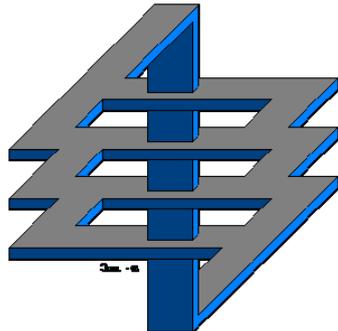
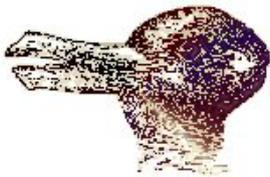
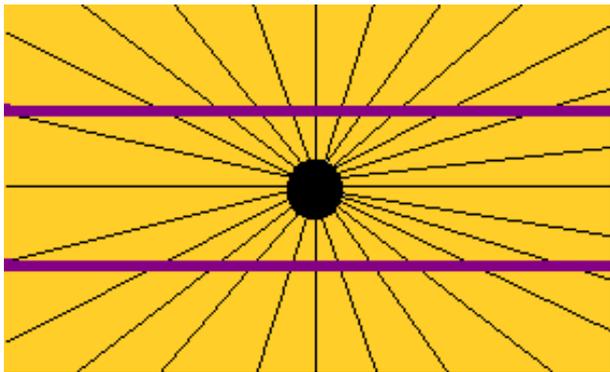
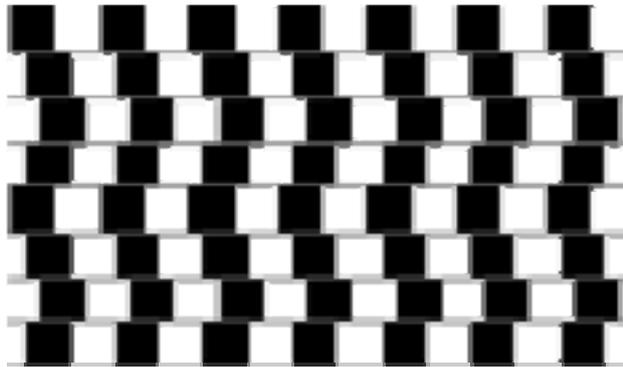
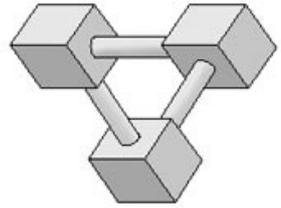
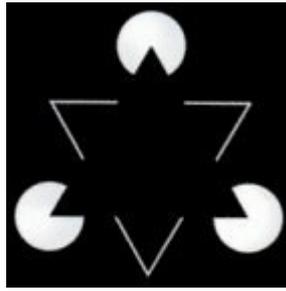
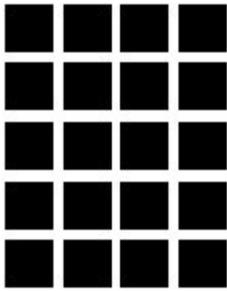
9. Aplicación del trabajo de campo al trabajo del aula de manera interdisciplinar. La cantidad de información que podemos recoger durante las salidas al medio natural van a ser registradas en el receptor GPS. Estos datos pueden ser utilizados en el aula. Calcular medias del tiempo invertido, clasificar la ruta valorando las zonas más dificultosas y menos dificultosas, identificar accidentes geográficos, ver la ruta realizada en una ortofoto, etc. son infinidad de tareas que pueden ser utilizadas en el aula en colaboración con los departamentos de matemáticas, geografía e historia. Convertir una salida al medio natural en una verdadera actividad interdisciplinar capaz de aunar a distintos departamentos bajo un prisma común resulta más sencillo.
10. El geodashing o jugando a coleccionar puntos geográficos. La tenencia de un GPS acabará siendo algo tan frecuente como lo es ahora mismo el teléfono móvil. Es por ello que una opción del empleo saludable del tiempo libre para nuestros escolares puede estar en esta nueva modalidad deportiva. Se trata de un juego en equipo el cual requiere de la unión de personas de distintas partes del globo para un fin común en el plazo de un mes -más o menos- encontrar el mayor número de lugares geográficos. Para poder participar en estas competiciones podemos visitar la web: <http://www.geocahing.com> donde podremos encontrar todas las reglas de este nuevo deporte así como las diferentes convocatorias.
11. El geocaching o la búsqueda de tesoros. El cometido de este juego consiste en localizar un lugar al aire libre y localizar en él un recipiente resistente e impermeable que contenga un tesoro. Las reglas de este deporte obligan que el recipiente contenga un libro de firmas y que quien retire de él un obsequio (tesoro) deposite también otro. Recomendamos visitar la web: <http://www.geocaching.com> y sus enlaces para saber más acerca de esta modalidad deportiva.

Para finalizar queremos señalar que las aplicaciones del uso del GPS a las actividades en el medio natural constituyen un campo abierto de trabajo que nos va a posibilitar el diseño de nuevos materiales curriculares. De igual manera el sistema GPS no está exento de dificultades o pegas entre las que podemos señalar las siguientes:

- La recepción de la señal en zonas boscosas va a ser deficiente sobre todo cuando hay mucha espesura y las hojas de los árboles son grandes.
- En terrenos abruptos y profundos el ángulo de recepción puede verse reducido de tal manera que nos haga perder la señal de los satélites.
- Cuando nos encontramos en entidades de población con calles estrechas y edificios altos a ambos lados el ángulo de recepción de la señal puede verse reducido hasta el punto de no captar señal alguna.
- Cuando transportemos un receptor GPS debemos mantener la antena siempre despejada si queremos que su funcionamiento sea correcto.
- Aunque las baterías son recargables hemos de tener en cuenta que la duración de las mismas en el tiempo no es muy larga por lo que debemos llevar siempre baterías de repuesto.



Ilusiones ópticas y figuras imposibles



www.lomascurioso.com

