



MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN  
Y CIENCIA

SECRETARÍA GENERAL  
DE EDUCACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL  
DE EDUCACIÓN,  
FORMACIÓN PROFESIONAL  
E INNOVACIÓN EDUCATIVA

CENTRO NACIONAL  
DE INFORMACIÓN Y  
COMUNICACIÓN EDUCATIVA

# LA HOJA DE CÁLCULO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS



SERVICIO DE  
FORMACIÓN DEL  
PROFESORADO

## Sesión 8 – Modelos de resolución



## Índice

- 1: Conocimientos elementales
- 2: Modelos elementales
- 3: Tablas y gráficos
- 4: Informes y apuntes
- 5: Cálculos y utilidades

- 6: Datos estadísticos
- 7. Algoritmos y macros
- 8. Modelos de resolución**
- 9. Técnicas avanzadas
- 10. Análisis de datos

Guía del Alumno  
Glosario

## Sesión 8

### Contenidos

Tipos de resolución  
Modelo de resolución  
Elementos gráficos  
Resolvedores  
Grabar macros  
Módulos

### Práctica

### Complementos

Resolución automática  
Funciones ampliadas  
Define tus funciones

### Ejercicios

Ejercicio 1  
Ejercicio 2  
Ejercicio 3

### Sugerencias

## Modelos de resolución

### Tipos de resolución

Una de las utilidades básicas de la Hoja de Cálculo en la Enseñanza es ayudar a adquirir hábitos de orden y claridad en la resolución de problemas. Con su uso se facilita: el recuento de variables que intervienen en un problema, las fórmulas necesarias y las rutas de resolución existentes entre ellas. Sólo en este sentido, de manejar fórmulas y variables, usaremos (en esta sesión) la palabra *resolución*, que evidentemente tiene un significado mucho más amplio.

Estos modelos pueden construirse para realizar tres tareas distintas:

### Modelos de resolución

Resumen toda una batería de fórmulas (ámbito de fórmulas) que se usan en un tema científico determinado (por ejemplo el de los elementos de un triángulo rectángulo) mediante la consideración separada de variables (hipotenusa, catetos, ángulos...) y de fórmulas (teorema de Pitágoras, suma de ángulos, razones trigonométricas...). Nuestro objetivo es resolver todos los problemas de tipo algebraico que se pueden plantear en ese ámbito de variables y fórmulas.

Todas las Ciencias están llenas de ámbitos de fórmulas. Damos algún ejemplo:

- Ecuaciones de los gases perfectos
- Dinámica del plano inclinado
- Disoluciones
- Movimiento armónico simple
- Corriente alterna
- Amortización de un préstamo

### Análisis de situaciones

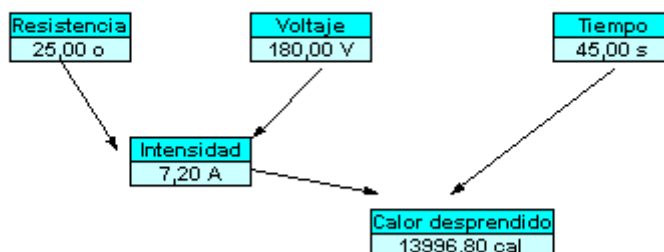
Consisten en reflejar en una Hoja una situación concreta en un ámbito científico, por ejemplo: la comparación entre la posición inicial de un péndulo y la velocidad con la que pasa por su punto de equilibrio. En este caso recurriríamos también a una colección de fórmulas y variables, así como a tablas que las relacionen, pero no la totalidad del ámbito, sino sólo las que nos interesen en esa situación determinada. En el ejemplo anterior no consideraríamos el periodo del péndulo.

### Rutas de resolución

Esta tarea es similar a la anterior, pero resumiendo una resolución de problemas en un organigrama que nos lleve desde los datos a la solución del problema.

En la imagen puedes ver una ruta en forma de organigrama para calcular el calor desprendido por una resistencia dada cuando se conecta a una diferencia de potencial. Como ves, es una forma muy intuitiva para resumir un planteo de problema, con la ventaja de poder cambiar los datos a voluntad y experimentar con ellos.

### ¿Cuánto calor desprende?



Puedes consultar el modelo que contiene este organigrama en [orga1.ods](#), de la carpeta **Modelos**. En él descubrirás las fórmulas usadas para el cálculo de la intensidad y el calor.

## Modelos de resolución

Veremos el ejemplo concreto de un modelo para la resolución de problemas en una situación de tipo físico: la de dos resistencias eléctricas en paralelo sometidas a una diferencia de potencial dada.

Para personas no especialistas o que hayan olvidado la teoría, un recordatorio breve:

En este caso se dan los siguientes hechos y fórmulas:

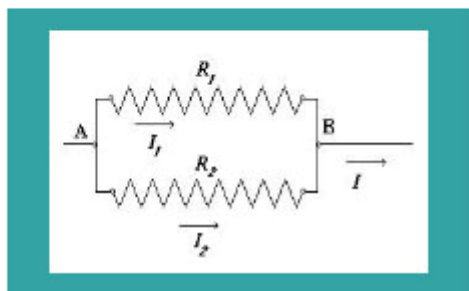
- La diferencia de potencial es la misma en ambas resistencias y tiene como fórmula  $V = I_1 R_1 = I_2 R_2 = I_t R_t$  donde  $I_1$  e  $I_2$  son las intensidades parciales e  $I_t$  la total, y con la misma nomenclatura para las resistencias.
- La intensidad total que recorre el circuito es la suma de las intensidades parciales:  $I_t = I_1 + I_2$
- La resistencia total o equivalente tiene como fórmula  $R_t = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$
- La potencia disipada en forma de calor en cada resistencia es equivalente al producto de la misma por el cuadrado de la intensidad que la recorre. La energía se hallará como el producto de la potencia por el tiempo. Vendrá dada en julios, y con el factor 0,24 en calorías.

Abre el modelo [paralelo.ods](#), que si lo recorres en todas sus hojas observarás que trata el tema en varios niveles de complejidad, que iremos viendo uno por uno mientras repasamos algunas prestaciones nuevas de **OpenOffice.org Calc**.

## Hoja Básica

Cuando se desea estudiar un tema concreto que se pueda resumir en variables y fórmulas, la primera aproximación es separar algunas variables como **datos** y otras como **resultados**. Esta visión, próxima a las calculadoras especializadas, no es difícil para el alumnado de Enseñanza Secundaria, y sirve de ayuda para repasar y resumir un tema.

# Resistencias en paralelo



## Datos básicos:

Resistencia 1	5
Resistencia 2	4
Diferencia de potencial	20
Tiempo	4

## Cálculos:

Resistencia total	2,222
Intensidad total	9,000
Intensidad 1	4,000
Intensidad 2	5,000
Potencia total	180,000
Potencia 1	80,000
Potencia 2	100,000
Energía disipada	720,000

Suma	9,000
Suma	180,000

En este caso hemos elegido como *datos* las dos resistencias, la diferencia de potencial y el tiempo, y como *cálculos* o *resultados* todas las demás. Ha sido una elección determinada por la situación más frecuente en un laboratorio.


## Elementos gráficos

En este modelo hemos incluido algunos elementos gráficos de interés. Todos ellos están contenidos en la Barra de Dibujo, que puedes hacer visible con **Ver > Barras de Herramientas > Dibujo**.

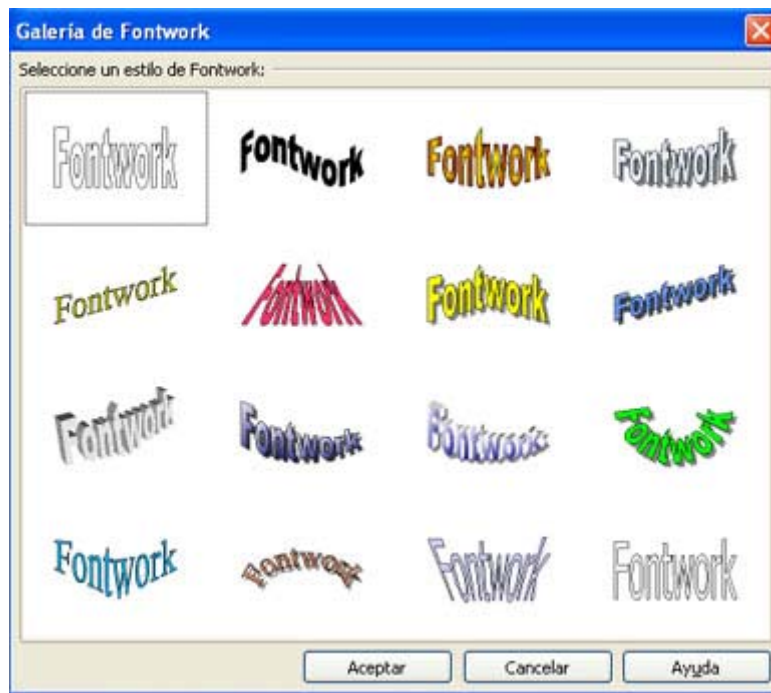


El título que contiene esta primera Hoja

# Resistencias en paralelo

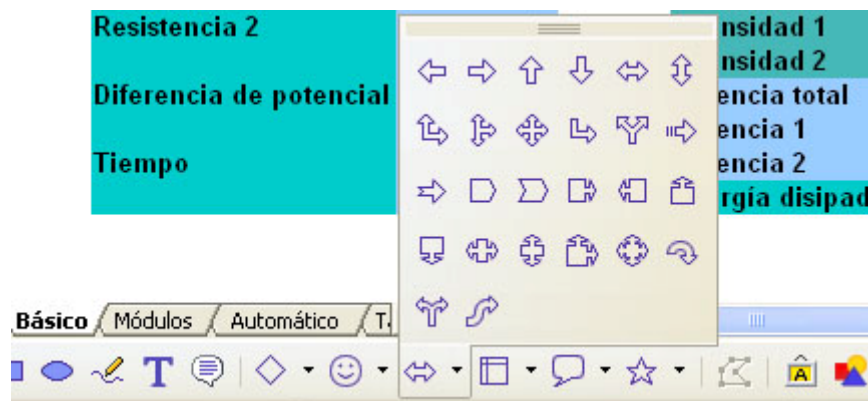
se ha creado pulsando sobre el botón de la **Galería de Fontwork**, que contiene títulos llamativos. Accedes a ellos con la **Barra de Dibujo** y el botón 

Puedes crear uno similar. Pulsa sobre dicho botón y se te ofrecerá una galería de modelos de títulos. Elige uno y se insertará en la hoja, pero con el texto "**Fontwork**".



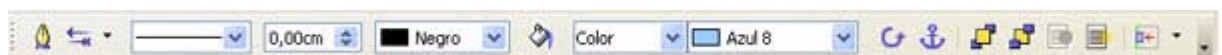
Para cambiarle el texto basta con efectuar un doble clic sobre el **fontwork** y escribir el nuevo texto. Inténtalo.

Las flechas de abajo a la derecha se insertan con la misma barra. Las dos flechas azules que apuntan a la derecha se han construido con el botón de *flechas de bloque* de la Barra de Dibujo



Las dobles flechas se han creado con el botón de línea y se han modificado como explicamos a continuación.

Una vez insertada una forma, al pulsar sobre ella se inserta arriba la Barra de Propiedades de la misma



Con ella puedes cambiar (de izquierda a derecha) el inicio y fin de una línea (flecha, doble flecha...) el tipo de línea, su tamaño, color... Más a la derecha puedes ver los botones de tipo de relleno, color de relleno, etc. terminando con el anclaje de la forma

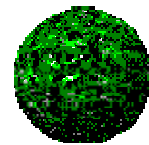
y su ordenación delante o detrás. Practica todo lo que puedas con estas propiedades, que esa experiencia es mejor que cualquier explicación.

## Creación de imágenes

En el modelo que estamos analizando se ha incluido una imagen confeccionada con otros programas. Ya aprendiste en otras sesiones cómo insertarlas. La serie **OpenOffice.org** posee el módulo de dibujo **OpenOffice.org Draw** con el que puedes crear tus propias imágenes o importar desde otro programa de dibujo.

Si deseas practicar selecciona la imagen de las resistencias en paralelo y pide **Copiar**. Abre un **Archivo Nuevo de Dibujo** y con **Editar > Pegar** puedes cambiar a tu gusto calidades, efectos, colores o añadir y quitar algún elemento.

Este módulo también permite el diseño de formas básicas incluidas en Gallery, que por ser vectoriales, permiten el cambio de tamaño sin perder apenas calidad. Puedes usarlas para ornamentar tus modelos.



## Resolvedores

Con los modelos de una Hoja de Cálculo podemos verificar la antigua máxima de que un mismo problema se hace distinto si se usan para su resolución instrumentos distintos. Para comprobarlo usaremos una batería de cuestiones sobre resistencias en paralelo e iremos observando la adecuación de los modelos a la resolución de cada una. A estos modelos les llamaremos Resolvedores, palabra coloquial con la que queremos resaltar su capacidad de ayuda en la resolución de problemas.

Con el módulo básico situado en la primera hoja sólo tienes tres opciones para calcular unas variables en función de otras:

- Cálculo directo sobre los datos dados
- Tanteo de valores hasta encontrar el que encaje con el resto de datos
- Uso de la técnica de Búsqueda de valor destino

Como ejemplo resuelve la cuestión 1 de la batería [paralelo.htm](#):

**1 Dos resistencias de  $6\ \Omega$  y  $18\ \Omega$  respectivamente se conectan en paralelo bajo una diferencia de potencial de  $20\text{ V}$ .**

**(a) Si una resistencia, como ves, es el triple de la otra, ¿Se guarda la misma proporción en las intensidades que las atraviesan? ¿Y en la potencia consumida en cada una? Cambia la proporción al doble, por ejemplo a  $6\ \Omega$  y  $12\ \Omega$  ¿Ocurriría lo mismo?**

Este sería un ejemplo de uso directo del módulo: escribimos los datos  $6\ \Omega$ ,  $18\ \Omega$  y  $20\text{ V}$  en los datos y obtenemos intensidades y potencias que guardan la misma

proporción de 3 a 1. Cambiamos a otra proporción y vemos que se reproduce de forma inversa.

**(b) ¿A qué diferencia de potencial han de someterse para que por la primera circulen 7 amperios? ¿Y para que la intensidad total sea de 4,2 A?**

La primera solución la podemos encontrar por tanteo. Cambia los valores de la celda D27 del potencial hasta dar con el valor adecuado de 42 V, que es el que produce la intensidad 7 A.

La segunda se puede obtener por [búsqueda de valor destino](#). Basta dar los datos:

Celda de fórmula: **\$H\$24** (la intensidad total)

Valor destino: **4,2**

Celda variable: **\$D\$27** (la diferencia de potencial)

para obtener la solución de **18,9 V**.

**(c) En el primer apartado de la cuestión anterior cambia el dato de 18  $\Omega$  en la segunda resistencia por otro cualquiera. Observa las soluciones que obtienes. Saca una consecuencia.**

Cambia el valor de la resistencia segunda en la celda D25 y observarás que no influye en el resultado de 7 A, suponiendo que el voltaje se mantiene constante.

Intenta obtener la solución de la segunda cuestión de la batería:

**2 Las resistencias de la cuestión anterior han disipado en forma de calor 67.000 J conectadas a una fuente de 220 voltios ¿Cuánto tiempo han estado conectadas?**

Como ejemplo final del uso de este módulo básico resolveremos la cuestión 3

**3 Un cable constituye una resistencia de 2,8  $\Omega$  , y queremos cortarlo en dos trozos, no necesariamente iguales, y conectarlos en paralelo. ¿Cómo repartiríamos los trozos para conseguir una resistencia total de 0,66  $\Omega$  .?**



Desprotege el modelo si aún no lo has hecho y escribe en una celda (por ejemplo la B35) la resistencia total 2,8. Como valor en la primera resistencia escribe un valor orientativo, que puede ser 2 y en la segunda la fórmula **=B35-D23**. Al introducir esta fórmula ya te será imposible calcular el valor de D23 mediante búsqueda del valor destino, pero por tanteo puedes lograr una aproximación a 1,74 W en el primer trozo y 1,07 W en el segundo.

## Grabación de macros

Para que te inicies en la grabación de macros, vamos a dotarle al modelo [paralelo.ods](#) de un borrado de datos mediante una macro. En realidad es un trabajo un poco inútil, ya que se pueden borrar con rapidez, pero el objetivo es que realices tu primera grabación.

Para crear una macro mediante grabación has de seguir esta secuencia:

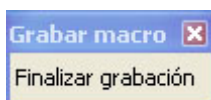
1. Pides **Herramientas > Macros > Grabar macro**
2. Realizas las operaciones que deseas que automatice la macro, en este caso borrar los cuatro datos
3. Decides **Finalizar la grabación**
4. Guardas la macro en un módulo contenedor.
5. Ejecutas la macro para comprobar que la has grabado bien.

Intentaremos recorrer esa secuencia con la mejor explicación posible:

**1. Recuerda bien qué celdas deseas borrar. Pueden ser las que van de D23 a D30.**

Activa la secuencia de menú **Herramientas > Macros > Grabar Macro**.

Te aparecerá una pequeña ventana con el botón de **Finalizar Grabación**. Ignórala por ahora.



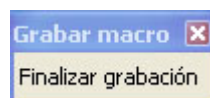
**2. Realiza las operaciones para borrar los datos:**

(a) Selecciona los datos

Datos básicos:	
Resistencia 1	6
Resistencia 2	18
Diferencia de potencial	18,9
Tiempo	4

(b) Pulsa la tecla **Supr**

(c) Elige borrar sólo **Números** y pulsa **Aceptar**.

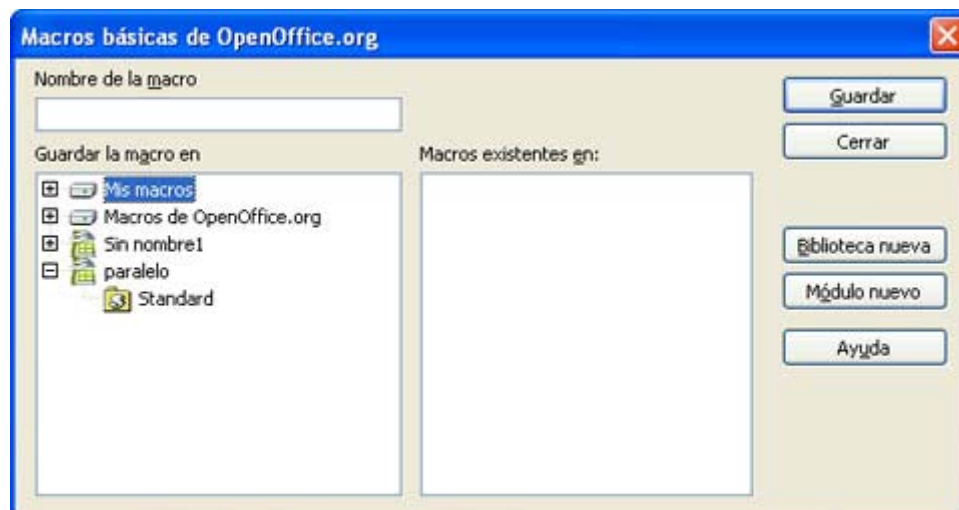


3. Pulsa sobre el botón de **Finalizar grabación**

Con esto ya tienes grabada la macro. Pasamos a guardarla

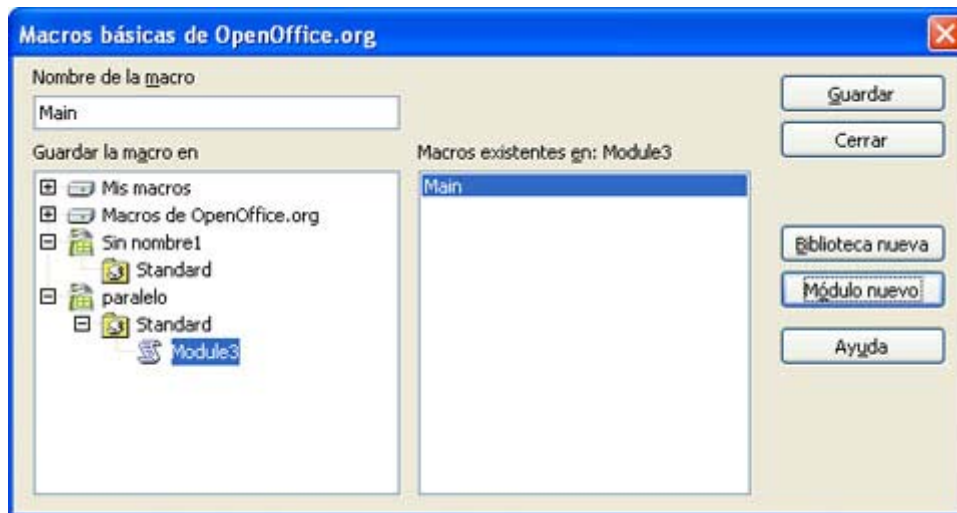
#### 4. Guardar macro

En cuanto des al botón de **Finalizar** se te abrirá esta ventana.



Pulsa sobre el signo + de la carpeta **paralelo** para que se abra la subcarpeta **Standard**, como ves en la imagen. Ahora debes decidir en qué módulo (contenedor de macros) vas a guardar tu macro y cómo la vas a llamar. No es difícil hacerlo:

- Pulsa sobre el botón **Módulo Nuevo** y se te ofrecerá un módulo llamado **Module1** o **Module2** o similar. Si quieres conservas el nombre y si quieres lo cambias. Supongamos que se llama **Module3**. Pulsa el botón de **Aceptar** y observarás que se ha creado una subcarpeta de **Standard** llamada **Module3**. Ahí estará tu macro.



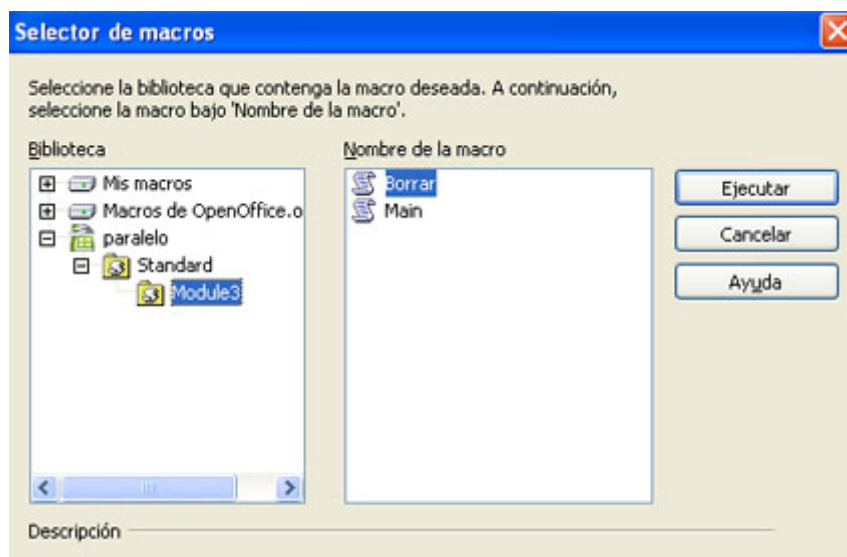
- En la línea de **Nombre de la macro** escribe, por ejemplo, **Borrar** y pulsa sobre el botón **Guardar**. Se cerrará la ventana, dejando guardada macro con el nombre de **Borrar**.

### 5. Ejecutar la macro Borrar.

Escribe varios números en la zona de datos, para probar tu macro.

Pide ahora **Herramientas > Macros... > Ejecutar Macro**

Busca tu macro abriendo sucesivamente las carpetas **paralelo > Standard > Module3** (u otro nombre) y la verás.



Ya solo tienes que seleccionarla y pulsar sobre el botón **Ejecutar**. Si has seguido las instrucciones correctamente, se deberán borrar todos los datos.

Esta secuencia se puede simplificar usando la combinación de teclas **Mayúscula + F10**.

En la siguiente sesión veremos una forma más rápida de ejecutar macros mediante botones.

## Resoluciones mediante módulos

En los ejemplos anteriores hemos tenido que encontrar soluciones por tanteo. Para evitarlo, una técnica de resolución apropiada para la Hoja de Cálculo y que es de fácil construcción por parte del alumnado es la de dividir un ámbito de fórmulas y variables en varios módulos de resolución según los datos que se elijan.

Un ejemplo típico de esta técnica es el de reflejar en la Hoja los casos de resolución de triángulos (tanto rectángulos como oblicuángulos) o el cálculo de todas las variantes que se pueden presentar en el cálculo de intereses.

Hemos experimentado estas construcciones de módulos de resolución desde hace veinte años y observamos muchas ventajas en su uso (Ver [Resolvedores](#))

Consulta la siguiente hoja **Módulos** del modelo **paralelo.ods**. En ella se contienen tres módulos para resolver cuestiones en este tema, que se distinguen por los datos que usa cada uno de ellos. Es evidente que no agotan todas las posibilidades. Si se confeccionan en clase conviene que sí formen un conjunto completo y a poder ser en número no superior a cuatro o seis.

Observa el título y el dibujo, que son los mismos de la primera Hoja, que han sido copiados y después cambiados en tamaño o curvatura. Practica estas copias de unas hojas a otra, así como el trasvase de datos entre ellas.

## Técnica de resolución modular

Para planificar con los alumnos la construcción de un resolvedor por módulos se puede comenzar por:

- Recuento exhaustivo de las variables y fórmulas que se van a usar.
- Clasificación de las variables en *básicas*, que pueden tomarse como datos de un problema, y *secundarias*, que siempre serán calculadas y nunca formarán parte de los datos.
- Realización de un análisis combinatorio para saber cuántos conjuntos de datos permite la cuestión que se estudia.
- Construcción de los módulos deduciendo fórmulas derivadas de las fundamentales y adaptadas a cada conjunto de datos.

En este ejemplo de resistencias en paralelo sería casi imposible recorrer todos los módulos que se pueden construir, por lo que sólo se han incluido tres, como ejemplo.

En casos más sencillos el número de módulos se reduce. Por ejemplo, en los cálculos de interés simple podríamos planificarlo así:

- **Variables básicas:** Capital (C), Tipo de interés o rédito (R), Tiempo (T) e Interés (I)
- **Variable secundaria:** Capital acumulado (CA)
- **Fórmulas:**  $I = CRT/100$  ;  $CA=C+I$
- **Datos mínimos necesarios:** Tres

- **Combinaciones de datos:** Cuatro (CRT, CIT, IRT, CRI) que dan lugar a cuatro módulos, en los que el capital acumulado figuraría siempre como cálculo.

En el modelo [interes1.ods](#) puedes ver un desarrollo sencillo de estas ideas.



Capital	100	Capital	4000	Capital	5000	Interés	64
Rédito	5	Interés	300	Interés	2500	Rédito	4
Tiempo	5	Tiempo	2	Rédito	2	Tiempo	4
Interés	25	Rédito	3,75	Tiempo	25	Capital	400
Acumulado	125	Acumulado	4300	Acumulado	7500	Acumulado	464

Intenta también, sobre alguno de estos módulos, construir un organigrama, una ruta de resolución para un problema determinado, especialmente si no es posible resolverlo de forma directa.

En la imagen puedes estudiar la ruta del siguiente problema:

**¿Qué tipo de interés me daba un depósito a plazo en el que 2.000 € se me han convertido en 2.198 € en 5 años a interés simple?**

### Cálculo del tipo de interés



El modelo de Hoja de Cálculo correspondiente lo tienes en la carpeta Modelos con el nombre de [orga2.ods](#)

Observa que se han insertado textos explicativos. Prueba a que tus alumnos y alumnas construyan estos diagramas, si su nivel de conocimientos lo permite. Te sorprenderás de algunos resultados.

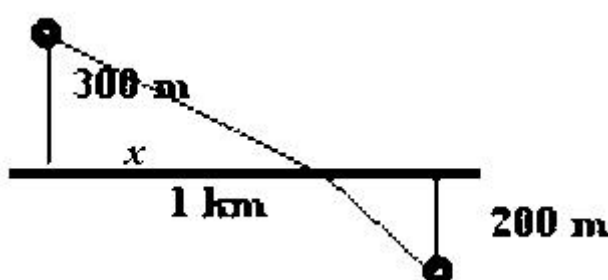
## Práctica

### Estudio de una situación concreta

La Hoja de Cálculo permite estudiar toda situación de tipo matemático o de las Ciencias Experimentales que se pueda expresar mediante variables y fórmulas. Como práctica de esta sesión construirás un modelo que estudie la siguiente situación:

*El agente 007 está en una barca a 300 m de la orilla y ha de ir a un polvorín situado en tierra a 200 m. de la playa pero 1 km. más allá de donde se encuentra el agente. Este tiene que ir al polvorín en el tiempo más corto posible. Sabe que en barca va a 3 m/s y corriendo a 12 m/s*

- a) ¿A qué punto de la playa debe ir para tardar el menor tiempo posible?
- b) ¿Qué distancia ha recorrido?
- c) ¿Se cumple aquí una ley parecida a la de la luz cuando cambia de medio (aire a cristal, por ejemplo) en la que  $\text{sen}(a_1)/\text{sen}(a_2) = v_1/v_2$ ?
- d) ¿En qué trayecto el tiempo en el agua es el doble que el de tierra?



Para estudiar una situación debemos, en primer lugar, decidir qué variables estudiaremos sobre ella. También puede ser conveniente clasificarlas en básicas y complementarias.

En este caso la variable fundamental, de la que dependen las demás es la distancia **x** medida en la costa entre la perpendicular desde la barca y el punto de la orilla al que se dirige el agente.

Comenzaremos, pues, el modelo destacando esa variable. Para practicar lo que has aprendido en esta sesión puedes incluir un título con **la Galería de Fontwork** (o bien en una celda grande con colores de fondo y bordes) y un resumen de la situación en un cuadro de texto. Ambos objetos los puedes insertar con la **Barra de Dibujo**, que ya has visto al principio de la sesión.



Para insertar un cuadro de texto comienzas también con esa **Barra de Dibujo** y eliges el botón de la **T**, el de **Texto**, como ya viste en la sesión 4. Recuerda que si lo señalas con el ratón:

- una doble pulsación te abre opciones de texto
- una pulsación simple permite modificar aspectos de dibujo

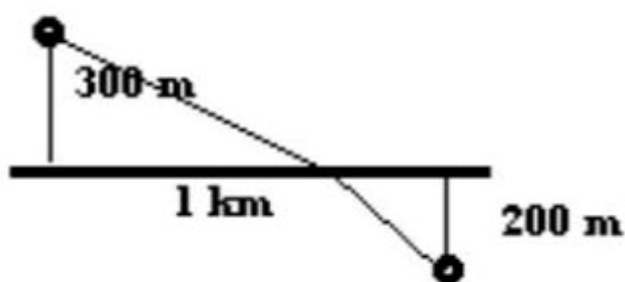
Pulsa, pues, una vez y elige **Formato > Gráfico > Relleno > Gradientes**, o la **Barra de Formatos**, para dotar al cuadro de un **gradiente de color**. Puede quedar así:

*El agente 007 está en una barca a 300 m de la orilla y ha de ir a un polvorín situado en tierra a 200 m. de la playa pero 1 km. más allá de donde se encuentra el agente. Este tiene que ir al polvorín en el tiempo más corto posible. Sabe que en barca va a 3 m/s y corriendo a 12 m/s*

También puedes insertar el gráfico de la situación, que lo puedes copiar de este mismo documento que estás leyendo.

La cabecera del modelo puede ser similar a esta.

## Los apuros del agente 007



*El agente 007 está en una barca a 300 m de la orilla y ha de ir a un polvorín situado en tierra a 200 m. de la playa pero 1 km. más allá de donde se encuentra el agente. Este tiene que ir al polvorín en el tiempo más corto posible. Sabe que en barca va a 3 m/s y corriendo a 12 m/s*

Valor de X

75,5000

Es importante que destagues la variable principal: **Valor de x**

El resto del modelo contendrá los cálculos necesarios hasta llegar a la comprobación de que el cociente de los senos de los dos ángulos coincide con el inverso del cociente de velocidades, que en este caso es de 4. En la figura se incluye una disposición de cálculos y los resultados para el valor  $x=75,5$  m que es el que da el tiempo mínimo de **181,94 s** y se responde, por tanto, a las cuestiones a) a c).

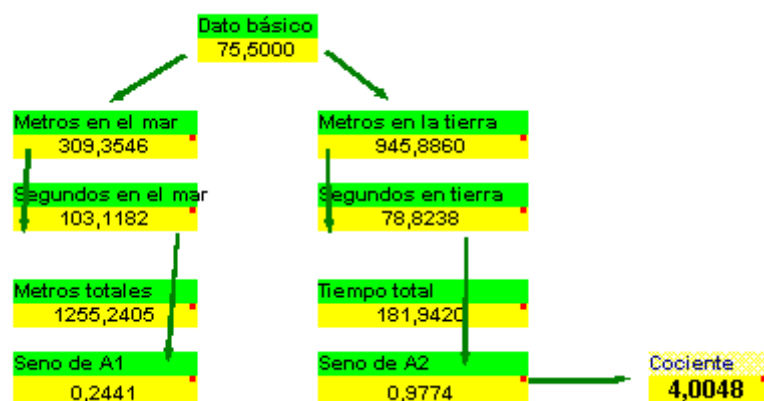


Metros en el mar	309,3546	Segundos en el mar	103,1182
Metros en tierra	945,8860	Segundos en tierra	78,8238
Total de metros	1255,2405	Segundos totales	181,9420
Seno del primer ángulo	0,2441		
Seno del segundo ángulo	0,9774		
Cociente			4,0048

Los metros en tierra y en mar resultan de la aplicación del Teorema de Pitágoras y los segundos del cociente entre los metros y las velocidades. Los senos de los ángulos se calculan a partir de su definición.

Si tienes alguna duda en la construcción del modelo consulta [agente007.ods](#)

Esta situación se podría haber resumido en un organigrama que representara la ruta de resolución. En la hoja 2 del modelo **agente007.ods** se ha incluido uno con notas en cada celda importante, a fin de que quien lo consulte pueda saber en qué fórmula o Teorema se basa cada cálculo. También puedes leer las fórmulas incluidas y comprobar que contienen copias dinámicas entre hojas mediante el uso del signo =.



Puedes ampliar el modelo incluyendo como variables básicas las distancias y velocidades. También es conveniente que resuelvas la cuestión d), cuya solución es **x=247,85 m**. Puedes encontrar la solución por tanteo. Te ayudaría incluir en una celda la fórmula **=tiempo en agua – 2\*tiempo en tierra**.

Inventa otras cuestiones sobre esta situación.

Si deseas ver más ejemplos de situaciones que se han analizado en las clases de Bachillerato, consulta el documento [situaciones.htm](#).



## Complementos

### Modelos de resolución automáticos

Se puede mejorar la técnica de los módulos y que sea el propio ordenador el que decida qué módulo elegir. Para conseguirlo es necesario trabajar con ámbitos de variables en las que no se suele dar el valor **cero**, pues así se puede identificar una variable que no es dato, porque se le da ese valor cero.

Observa la hoja **Automático** del modelo **paralelo.ods**. En ella escribimos los tres datos que deseemos y en el cuarto un **cero**. Con estos números se construye un código y según su valor se aplican unas fórmulas u otras en la parte de cálculos. Lo vemos con detalle:

A las variables básicas se han asignado nombres: **RES1**, **RES2**, **I** y **V**. En la celda G10 se ha insertado la variable **COD**, que representa el código de la operación. Según el valor de COD se ejecutan unos cálculos u otros.

Resistencia 1	0
Resistencia 2	100
Diferencia de <u>pot.</u>	78
Intensidad total	7,8

Para calcular el código se recorren las variables básicas para ver si su valor es cero o no. En este último caso serán datos. La fórmula a emplear es:

$$=(RES1<>0)*1000+(RES2<>0)*100+(V<>0)*10+(I<>0)$$

en la que usamos una técnica nueva y es que el valor **VERDADERO** equivale a 1 en **OpenOffice.org Calc**, mientras el valor **FALSO** equivale a 0. De esta forma, cuando los paréntesis de la fórmula contienen comparaciones "verdaderas", su valor 1 se multiplica por 1000, 100, 10 o 1, transformando así los paréntesis verdaderos en potencias de 10, que al sumarse forman los códigos 1110, 1011, 1101 y 111 que identifican los cuatro casos de resolución.

Todas las fórmulas de la zona de cálculo, mediante la función **SI** eligen la fórmula adecuada según el valor del código.

Resistencia total	=SI(COD>=1100;(B12*B13)/(B12+B13);SI(COD>=11;B14/B15;0))
Resistencia 1	=SI(COD=111;(E12*B13)/(B13-E12);B12)
Resistencia 2	=SI(COD=1011;(E12*B13)/(B12-E12);B13)
Diferencia de potencial	=SI(COD=1101;E12*B15;B14)
Intensidad total	=SI(COD=1110;B14/E12;B15)
Intensidad 1	=E15/E13
Intensidad 2	=E15/E14
Potencia	=E16*E16*E12

Estudia alguna de ellas para comprenderlas o descubrir algún error que puedan tener. Pronto verás que su complicación requiere un nivel de competencia propio de los profesores y que los alumnos y alumnas se limitarán a usar estos modelos, de lo que sacarán gran provecho independientemente de no haberlos construido.

## Uso de modelos con las funciones ampliadas

A continuación te presentamos unos modelos que poseen un catálogo ampliado de funciones. Sólo tienes que abrirlos, leer sus instrucciones y usarlos en las clases si te apetece. También puedes imitar su contenido según las orientaciones que te daremos en el siguiente apartado de *Define tus propias funciones*.

Una función en Openoffice Calc es todo procedimiento que devuelve un valor a partir de unos parámetros (uno o varios) de los que depende. Son funciones, como ya sabes, SUMA, que devuelve la suma de muchos parámetros, CONTAR.SI, que devuelve un recuento de números que cumplen unos criterios, RAÍZ, que calcula la raíz cuadrada de un número, etc.

Todas las funciones se escriben con su nombre seguido de un paréntesis que contiene los parámetros separados por punto y coma o dos puntos: SUMA(3;4;c7), PROMEDIO(A1:A11), EXP(7), ...

Las nuevas funciones tendrán la misma estructura: PITAG(2;3), CAPAC(F;C), BOBADA(2;3;4) pero con el número de parámetros y definición que nosotros decidamos.

A continuación te indicamos algunos modelos del CD del curso que puedes usar, modificar o ampliar. Todos ellos incluyen una lista de funciones nuevas (sólo para ellos) y algunas instrucciones de uso. Tú puedes después añadir hojas para tus propios planteamientos.

## Circuito de corriente alterna con autoinducción y capacidad

Modelo [capac.ods](#)

Este tema de Electricidad se caracteriza por incluir fórmulas largas con conceptos complicados y difíciles de aprender. Si tienes implementadas algunas de ellas, te puedes dedicar más a los conceptos y no a la memorización. (No se han incluido unidades de medida)

En el modelo se incluye una lista de algunas funciones (no todas, para que si quieres añadas Intensidad Eficaz, Tensión Media, Tensión Eficaz, etc. Las definiciones las puedes ver abriendo el Editor de Basic con **Herramientas > Macros > Organizar macros > OpenOffice.org Basic**, elige la carpeta **capac.odc > Standard > Module1** y encontrarás el desarrollo de cada una.

Al abrir cualquiera de estos modelos se te preguntará si se ejecutan las macros. Responde siempre afirmativamente.

## Deslizamiento libre de un cuerpo por un plano inclinado

Modelo [planoi.ods](#)

Similar al anterior, contiene algunas funciones relativas a la dinámica de un cuerpo que se desliza por un plano inclinado sometido únicamente a la fuerza de la gravedad. Puede constituir un modelo para planteamientos más complicados.

## Paneles de divisibilidad

Modelo [divisib.ods](#)

Es un modelo sólo para que lo uses, pues las técnicas de programación que incluye son algo complicadas. Te servirá para descubrir en clase la relación que existe entre los divisores (primos o todos) de dos números y los de su MCD y MCM.

## Define tus propias funciones

OpenOffice.org posee un lenguaje de programación del tipo Basic, que es el que permite definir macros y funciones nuevas. Si ya has trabajado con ese lenguaje, no tendrás ninguna dificultad en seguir las indicaciones de este apartado. En caso contrario también podrás sacar mucho provecho si consultas los modelos que se han preparado para ayudarte.

Para entender lo que te vamos a proponer abre el modelo [pitag.ods](#), contenido, como todos ellos, en la carpeta **modelos** del CD. Te pedirá si deseas ejecutar macros. Responde afirmativamente, pues en esas macros están contenidas las nuevas funciones.

Observa bien sus cuatro hojas. En la primera se te presenta el contenido del documento, explicando que contiene funciones nuevas. Estas funciones nunca se incorporan al catálogo general, sino que son propias de este modelo. No intentes usarlas en otros, porque no funcionarían.

Observarás que se han incluido unas funciones nuevas, referentes a un triángulo rectángulo. Por ejemplo, `hipot(2;3)` calcularía la longitud de una hipotenusa correspondiente a los catetos 2 y 3. Pasa a la segunda hoja y a la tercera y podrás recorrer el catálogo de las funciones nuevas.

Estas funciones se pueden ya usar en cualquier fórmula de cualquier celda. Lee la parte inferior de la hoja **Uso de las funciones**. En ella se han usado las funciones nuevas para comprobar si se verifican los tres grandes teoremas de un triángulo rectángulo. Lee el contenido de las celdas en las que se lee *Verdadero* y verás que se usan las nuevas funciones.

Por último, lee las orientaciones que te servirán para crear nuevas funciones. Intenta construir la función *bobada* y ver si funciona bien. También puedes usar alguna función en celdas vacías, mezclándola con otros cálculos. Por ejemplo, `=4+altura(4;C7)/hipot(5;F8)`

Si estudias bien este modelo puedes atreverte ya a diseñar funciones referentes a la materia y tema que te apetezca.

## Secuencia aconsejada para definir tus funciones:

Sigue el menú **Herramientas > Macros > Organizar macros > OpenOffice.org Basic** para abrir el editor.

Si es la primera función que defines, busca la carpeta **Standard** correspondiente al **nombre de tu modelo** (si lo acabas de crear, se llamará *Sin Nombre*). No señales la otra carpeta Standard, que es más general.

Una vez elegida la carpeta, pulsa el botón **Nuevo** para abrir un módulo contenedor. Se te ofrecerá el nombre de module1, module2 u otro similar. Acepta el nombre o cámbialo según tu criterio. Al aceptar el nombre se abrirá el editor de macros. Por defecto aparecerá la macro Main, que puedes borrar o ignorar.

Para definir la función sustituye lo que el programa te propone:

```
Sub Main  
End sub
```

por

```
Function nombre de la función
```

```
End function
```

y le añades los parámetros entre paréntesis detrás del nombre y la definición en la siguiente línea.

Señala tu función en el catálogo y usa el botón **Borrar** si no te satisface lo que has creado.

Por ejemplo, la función de elevar al cubo podía escribirse de esta forma:

```
Function cubo(numero)  
cubo=numero*numero*numero  
End function
```

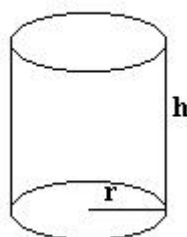
y la mitad entera por exceso de un número natural (sea par o impar)

```
Function mitad(numero)  
mitad=Int((numero+1)/2)  
End function
```

## Ejercicios

### Ejercicio 1: Depósito cilíndrico

Como primer ejercicio de esta sesión construirás un modelo de resolución para esta situación:



Deseamos construir un depósito cilíndrico sin tapa para imitar un pozo en un jardín. Nos interesa relacionar su radio y altura con el volumen de agua que puede contener, así como el área mínima según la relación existente entre el radio y la altura.

### Fórmulas:

Volumen:  $\pi r^2 h$

Área sin tapa:  $2 \pi r h + \pi r^2$

### Ruta de resolución

Puedes confeccionar un organigrama para la siguiente ruta de resolución: Dados el radio y el volumen, despejar la altura. Con este dato, calcular el área. Basta que organices bien las celdas de datos para que reciban el volumen y el radio, debajo el cálculo de la altura y más abajo el del área.



Con esta ruta resuelve las cuestiones siguientes:

(a) ¿Qué área tendrá un depósito de Volumen 27,29 litros y Radio=1,2 dm.? La solución la tienes en la figura.

(b) ¿Qué radio he de darle a un depósito que ha de contener  $30 \text{ cm}^3$ , para que la superficie total sea de  $75 \text{ cm}^2$ ?

Solución: 0,82 cm (usa la búsqueda de valor destino).

(c) Para un volumen de 25 litros, ¿Qué radio hace que la superficie sea mínima? Ve probando por tanteo entre 1 y 5 dm.

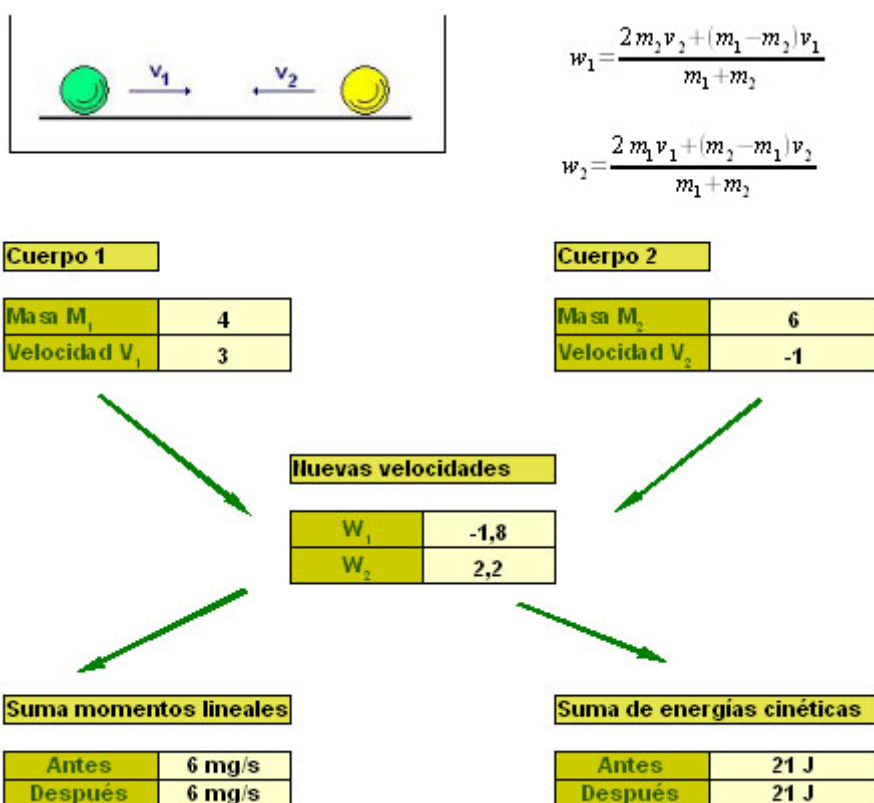
Solución: Muy cerca del 2.

Para que cualquiera pueda ver la solución de las tres cuestiones, copia el organigrama tres veces, y resuelve una cuestión distinta en cada copia.

## Ejercicio 2: Choque elástico

El segundo ejercicio consistirá en analizar, mediante una ruta de resolución y una comprobación posterior, el comportamiento de dos cuerpos en un choque elástico frontal. Si se te ha olvidado la teoría, abre los apuntes sobre el tema que están contenidos en el archivo [elastico.ods](#). En ellos puedes consultar todas las fórmulas y propiedades.

Sobre esa teoría deberás diseñar una ruta de resolución como la incluida en la figura siguiente:



La imagen del choque la puedes obtener desde [elastico.ods](#), al igual que las imágenes de las fórmulas, con un simple **Copiar y Pegar**.

La entrada de datos no presenta problema. Dale el aspecto que más te agrade.

Las nuevas velocidades se calculan con las dos fórmulas propuestas. Ten cuidado con los paréntesis, que no te puedes dejar ninguno, en especial los que deben abarcar por separado al numerador y al denominador de cada fórmula. Si tienes dudas, usa los mismos valores de la figura para comprobar.

La suma de momentos lineales la calculas **Antes** del choque y **Después**, y lo mismo con las energías cinéticas. En el modelo [elastico.ods](#) tienes desarrolladas las dos sumas.

Cuida los formatos numéricos, de forma que aparezcan las unidades detrás de las medidas.

## Ejercicio 3: Órbita circular de un satélite

Una pregunta muy común es cómo se consigue que un satélite de comunicaciones tenga una órbita estacionaria, es decir, que nos parezca que siempre está sobre el

mismo punto de la Tierra "sin moverse". Con una simple igualdad y algún cambio de unidades podemos responder a esa pregunta. Necesitamos la teoría siguiente: Supongamos un satélite en órbita circular alrededor de la Tierra. Su equilibrio se fundamenta en la siguiente igualdad entre fuerzas atractivas y repulsivas (si no tienes mucha idea del tema tómalolo como un problema de Álgebra)

$$\frac{GMm}{d^2} = \frac{mv^2}{d}$$

donde **G** es la constante de gravitación universal, **M** la masa de la Tierra, **m** la masa del satélite, **v** su velocidad lineal y **d** su distancia al centro de la Tierra. Sustituyendo la velocidad **v** por el producto de la velocidad angular **w** (en radianes por segundo) por la distancia **d**, esta igualdad se simplifica así:

$$\frac{GM}{d^2} = w^2 d$$

A partir de ahí debes despejar **w** en función de **d** y a la inversa, porque te pedimos que construyas **dos módulos de resolución** inversos.

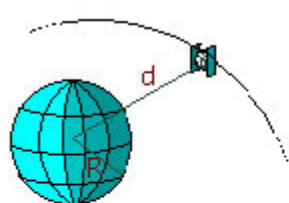
Otro recuerdo que necesitarás es que, según las constantes usadas, la **w** se da en radianes por segundo, y en el modelo deseamos que figuren grados por hora, que es más intuitivo. La equivalencia para pasar de uno a otro es:

Si llamo **RS** a los radianes por segundo y **GH** a los grados por hora, se tiene:

$$GH = \frac{RS \cdot 180 \cdot 3600}{\pi}$$

Recuerda que  $\pi$  se escribe en OpenOffice como **PI()**

El modelo que debes construir puede comenzar con la escritura de las constantes. Es una buena práctica de la notación científica para verlo en clase:



$$\frac{GM}{d^2} = w^2 d$$

### Órbita circular

#### Datos fijos

Masa de la Tierra	M= 5,98E+024 kg
Radio de la Tierra	R= 6,37E+006 m
Constante de gravitación	G= 6,67E-011 Nm <sup>2</sup> /kg <sup>2</sup>

Observa bien las unidades. El dibujo de la situación y la fórmula no tienes que insertarlos, pero, si te atreves, cópialos desde este documento y recorta lo que te interese con un programa de dibujo.

Después tienes que construir los dos módulos:



### Primer módulo: Dada $w$ calcular $d$

Velocidad angular en grados/hora  grados/h

Los grados por hora los pasamos a radianes por segundo

Velocidad en rad/s	0,00097	rad/s
Distancia en metros	7514021	m
Restamos Radio	1.144.021	m
En kilómetros	<input type="text" value="1144,02"/>	km

### Segundo módulo: Dada $d$ calcular $w$

Distancia a la Tierra en km  km

Pasamos a metros 30000000 m

Sumamos radio 36370000 m

Velocidad en rad/s 0,00009 rad/s

Velocidad en grados/hora  grados/hora

En el primer módulo el dato son los grados por hora. Por ejemplo, en una órbita estacionaria serían  $15^\circ/\text{h}$ . En la figura se ha escrito una velocidad de 200 grados/h. Usa, si quieres, ese dato. Después pasas a rad/s según las equivalencias de arriba, usas la fórmula fundamental para despejar la distancia, le restas el radio de la Tierra y la pasas a km. Todo esto en lenguaje de celdas.

Con este módulo resuelve la primera cuestión: *¿A cuántos km. de la superficie terrestre ha de estar un satélite geoestacionario?* Suponemos la órbita perfectamente circular y aplicamos el módulo para un dato de 15 grados/h, que es la correspondiente a una vuelta diaria. Te debe dar una solución aproximada de 35900 km.

En el segundo todos los cálculos se organizan de forma inversa.

Como cuestión segunda, un cálculo muy motivador: La Luna está a una distancia media de la Tierra de 384.352 km. ¿Cuál sería su velocidad angular si su órbita fuera perfectamente circular? Usa el segundo módulo y te resultará 0,53338 rad/s. Si dividimos  $360^\circ$  entre esa cantidad, nos resulta el periodo de la Luna que sería de 674,94 horas, es decir 28,12 días.

## Sugerencias de uso didáctico

La idea de módulos de resolución se nos ocurrió en los años 80, cuando con los primeros ordenadores personales venía incluida la Hoja de Cálculo **Multiplan** y vimos que con ella se podían organizar muy bien los cálculos conducentes a la obtención del valor de una variable dentro de un ámbito de fórmulas. La concurrencia de profesores de Matemáticas, Física y Química hizo que pudiéramos abordar muchos temas que permitieran estas resoluciones automáticas.



El primer "resolvedor" que se creó fue el de **Resolución de triángulos** mediante las fórmulas trigonométricas. Con este modelo se aprendían conceptos básicos como:

- Número de datos mínimos para resolver un problema en un ámbito de fórmulas.
- Distinción entre problemas imposibles, de varias soluciones o con datos redundantes.
- Comprobación de soluciones mediante módulos con cálculos inversos.
- Resoluciones por tanteo, como alternativa a métodos de cálculo cerrados.

Nos animamos a usar esta técnica en temas tan distintos como: cálculo de intereses, sucesiones aritméticas y geométricas, tiro parabólico, movimientos uniformemente acelerado y armónico, relaciones entre gramos, moles y litros, etc.

Después de estos años de experiencia, se puede aconsejar que:

- El uso de estos módulos se debe restringir a una o dos sesiones por curso
- En las asignaturas de Informática es muy útil la construcción de estos *resolvedores*, pues con ellos se conoce mejor la Hoja de Cálculo y se repasan conocimientos de otras asignaturas. En el resto, es preferible que usen modelos ya confeccionados y probados, para dedicarse sólo a la confección de organigramas de rutas de resolución.
- Es muy enriquecedor presentar al alumnado situaciones concretas (Ver [situaciones.htm](#)) y que sean ellos los que organicen las variables, fórmulas y tablas para estudiarlas.

Consulta los apartados [Resolvedores](#) y [Análisis de situaciones](#) de las Sugerencias de uso, donde encontrarás varios ejemplos más del uso de estos instrumentos.