

EL MÉTODO CIENTÍFICO

Introducción

El método científico es un proceso destinado a explicar fenómenos, establecer relaciones entre los hechos y enunciar leyes que expliquen los fenómenos físicos del mundo y permitan obtener, con estos conocimientos, aplicaciones útiles al hombre.

Los científicos emplean el método científico como una forma planificada de trabajar. Sus logros son acumulativos y han llevado a la Humanidad al momento cultural actual.

¡Sin Ciencia no hay Cultura!

Los hitos culturales van ligados a descubrimientos científicos: Edad de piedra, bronce,... y espacial.

Aunque podemos decir que **no hay un sólo método científico o modelo clásico**, algunos factores son comunes a todos: una idea brillante del hombre, el trabajo complementario de los científicos y de las ciencias, la verificabilidad, la utilización de herramientas matemáticas, etc. También son comunes los procedimientos descritos en este tema.

Toda investigación científica se somete siempre a una "prueba de la verdad" que consiste en que sus descubrimientos pueden ser comprobados, mediante experimentación, por cualquier persona y en cualquier lugar, y en que sus hipótesis son revisadas y cambiadas si no se cumplen.

En este tema usaremos como ejemplos los supuestos pasos de Galileo en la investigación del péndulo y unos ejemplos-actividad de las etapas del M.C. para estudiar un movimiento.

El M.C. es.....

- una forma de investigar que nace en el siglo XVII. Podemos decir que el primero en utilizarlo fue Galileo aunque antes que él Leonardo da Vinci y otros analizaron la realidad con métodos que se aproximaban.
- un método no dogmático ya que se basa en leyes deducidas por el hombre y no en principios supuestamente revelados. Sus leyes son siempre rechazadas si los hechos contradicen lo que afirman. Su validez la confirma la experiencia diaria de su uso.
- es un método que se construye estableciendo relaciones entre observables y no a partir de certezas absolutas.
- un método que usa las Matemáticas como herramienta para establecer una relación entre las variables.
- un método con el que se pueden obtener leyes que constituyen la única manera de adivinar el futuro y conocer el pasado lejano. Podremos saber que le va a suceder a una variable si logramos expresarla en función de "t". Dando valores a "t" sabremos el valor de la variable en el futuro o en el pasado.
- un método que deduce leyes que **no** se ajustan al sentido común y hace cosas increíbles como ver a distancia, ir a la Luna, etc

El M. C. no es ...

- Un método que establezca leyes inalterables pero que casi nunca se cumplen.
- un método que establezca leyes o normas basadas en la fe pero indemostrables.
- un método que logre fórmulas mágicas que se cumplen sólo cuando las invocan, con ritos especiales, seres humanos "elegidos" que de nacimiento tienen extraños poderes.

Objetivos

Pretendemos que al finalizar el estudio del tema seas capaz de:

- Conocer los métodos empleados por los científicos en la investigación.
- Entender la importancia de las matemáticas en la obtención de las relaciones entre las variables que describen los fenómenos.
- Comprender que el método no es dogmático, ni inamovible, ni inmutable.
- Entender que sólo la verificación diaria de lo que predice una teoría confirma su validez.
- Entender la importancia que la investigación con este método tiene en los descubrimientos y los avances de nuestra civilización.
- Entender el atraso material de las civilizaciones que no han sabido investigar y desarrollar las aplicaciones que nos permiten los descubrimientos científicos.
- Entender que si no fuera por las deducciones físico-matemáticas sería imposible descubrir fenómenos que contradicen el llamado sentido común.
- Entender la importancia de tener la cabeza "bien amueblada" para estar preparados para una inserción social y laboral con las debidas garantías en un mundo cada vez más cambiante.
- Desarrollar un sentido crítico frente a cualquier teoría y afirmación en general.
- Aprender la importancia de planificar cualquier actividad y de verificar sus resultados.

Los dos modelos de Método Científico: experimental y teórico

Aunque no todos los científicos emplean o emplearon los mismos métodos para realizar los descubrimientos científicos todos tienen unas características comunes. Estos dos métodos son los más representativos:

- **El método experimental o inductivo**

Es el más utilizado y el que se desarrolla de forma más completa en este tema.

De niños aprendemos así: al hacer una observación nuestros sensores (los sentidos) mandan los impulsos originados al córtex cerebral (fina capa de neuronas que recubre el cerebro de los mamíferos y que se formó hace un millón de años) y aquí se crea nuestra imagen del mundo y se hacen las predicciones sobre su funcionamiento. Probando nuestras predicciones vamos formando y mejorando nuestro esquema del mundo.



El científico, bien porque desea entender un fenómeno aún no explicado, o bien para desarrollar más un determinado proceso, **realiza experiencias** con el fenómeno estudiado **variando de una en una las variables** que intervienen **hasta INDUCIR una ley que las relaciona**.

La ley inducida, para que sea cierta, debe cumplirse siempre. Así se confirma las hipótesis de partida.

Este método **nos induce** al descubrimiento de una Teoría por medio de las experiencias.

Realiza esta actividad - ejemplo de cómo puede realizarse un proceso inductivo.

Actividad sobre el método de inducción

En la escena verás las marcas en el suelo de los lugares donde estaba un móvil en cada segundo. Analiza los datos contenidos en la tabla que resume las posiciones de un coche frente al tiempo y ejercita tu **capacidad de inducción**. Si quieres repasar algún concepto mira la escena en su [unidad original](#).

Si no **induces** nada de esta experiencia, quizás las preguntas de las actividades te ayuden.



Activ.1: Observa las marcas de los puntos donde estaba el coche en cada segundo.

¿Qué puedes decir de la distancia recorrida en cada segundo?

¿Recorre la misma distancia en el tercer segundo que en los tres primeros?

Activ.2: Observa que el espacio que se recorre en un segundo es... Induce por observación el espacio que se recorre cada medio segundo.

¿Qué velocidad llevaba el móvil?

- El método teórico o deductivo

Newton utilizó este método para elaborar la teoría de la Gravitación Universal. Einstein utilizó el método deductivo para elaborar la Teoría de la Relatividad.

El método teórico o deductivo

Einstein utilizó este método para elaborar la Teoría de la Relatividad. Partió de una teoría, que imaginó, y dio por supuesto una serie de axiomas o definiciones previas. Al aplicar estos axiomas se llegaba a unos resultados (leyes) que contradecían "el sentido común", pero que resultaron ser ciertos cuando en años posteriores fueron sometidos a experimentos diseñados para comprobarlos.

Por lo tanto el modelo es teórico en su partida, pero totalmente experimental en su validación.

También Newton para elaborar su Teoría se apoyó en las matemáticas y en unos axiomas que enunció, basándose en hechos estudiados por otros, sin hacer ninguna experimentación personal. Sus teorías fueron luego plenamente confirmadas.



Las fórmulas obtenidas por Newton le permitían calcular posiciones y velocidades que coincidían con las que tenían los cuerpos por él estudiados. Calculó cuánto cae la Luna (cuánto se aparta de una línea recta tangente a la trayectoria) hacia la Tierra cada segundo y comprobó que coincidía con lo que predecía su ley. Una vez comprobado que sus leyes explicaban perfectamente lo observado y que se cumplían, hizo pública la Ley de Gravitación Universal.

Este método se utiliza menos que el método experimental o inductivo.

Se le llama **deductivo** porque en esencia consiste en sacar consecuencias (deducir) de un principio o suposición.

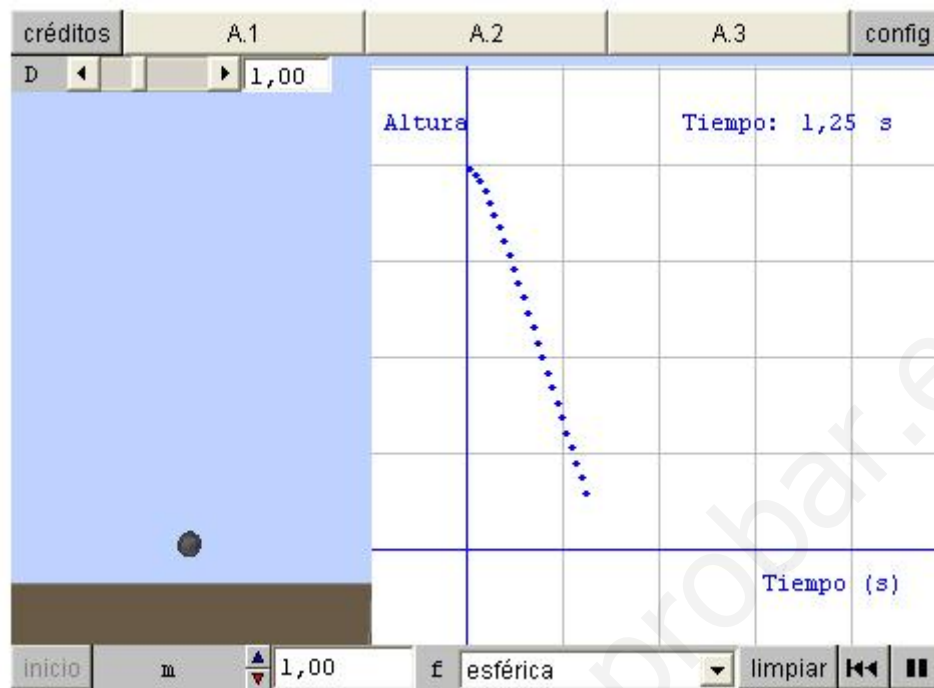
[Realiza esta actividad-ejemplo de cómo puede realizarse un proceso deductivo.](#)

Tanto la inducción como la deducción se utilizan dentro de los procesos de los dos métodos. Al pensar continuamente inducimos y deducimos.

Prueba el método deductivo con esta actividad

Supongamos que debido a tu experiencia diaria con diversos líquidos y sabiendo que unos son más "espesos" que otros **enuncias esta teoría**: "Un cuerpo, de cualquier forma, que cae dentro de un líquido que es el doble de "espeso" que otro, tarda doble tiempo en recorrer la misma distancia". Has **deducido** -teóricamente?- que por ser el doble de "espesos" unos líquidos frenan el doble que otros. ¿Suscribes esta teoría?. La única manera de saber si es cierta es comprobarla experimentalmente. Usa la escena de esta página. Trata de enunciar otras teorías sobre cuerpos de distinta masa o distinta forma

cayendo en líquidos. Escribe la teoría y pruébala experimentando con esta escena.



A1: Deja caer cuerpos de diferentes masas pero forma idéntica. Anota los tiempos de caída. ¿Qué conclusiones puedes sacar estudiando tus resultados?

A2: Sin variar el dato de la masa, deja caer cuerpos de diferentes formas. ¿Puedes extraer alguna relación entre estos tiempos de caída y la forma? ¿Cómo se justifican estos resultados?

A3: Deja caer siempre cuerpos de igual forma y masa. Sólo debes cambiar la densidad del aire entre unas experiencias y otras. ¿Cómo cambia el tiempo de caída? ¿Qué conclusión obtienes?

Método científico

Observación

Trataremos de mostrarte las etapas del Método Experimental intentando que aprendas, de tus experiencias cotidianas, el verdadero significado de cada una. Al mismo tiempo vamos a seguir los pasos que debió recorrer Galileo en su investigación del péndulo. Empezamos por la observación.





Observar es distinto a mirar. Normalmente cuando miras ves muy poco. Si entras en una habitación y te dicen después que describas a las personas, vestidos, objetos, etc. que has visto, al tratar de hacerlo, verás qué poco has observado.

Al observar se aprende. ¡Ejercítate! No todos observamos lo mismo. ¡Compruébalo!

La curiosidad intelectual fomenta la observación y hace que nos planteemos cuestiones: ¿Por qué sucede esto así? ¿Cómo sucede? etc. Nuestra mente se "lanza" y ya tenemos planteado un problema.

Galileo observó una lámpara oscilando en la Iglesia y su cerebro se puso a funcionar formulándose preguntas:



¿Tarda lo mismo una oscilación amplia que una corta?

¿Una lámpara que pende de una cuerda corta tarda lo mismo en dar una oscilación que una que pende de una cuerda larga?

Colgando de la misma cuerda una lámpara pesada
¿tarda lo mismo en realizar una oscilación que una lámpara más liviana?

Unas buenas preguntas sobre los por qué de un fenómeno suponen ya media explicación del mismo porque desencadenan hipótesis acertadas.

Actividad sobre tu capacidad de observación

Observa detenidamente el movimiento de estos coches. ¿Recorren la misma distancia en cada segundo? ¿Se mueven siempre igual? ¿Aceleran, frenan o se mantienen con velocidad constante? ¿Tienen la misma velocidad inicial?



¿Qué has observado?

¿Qué coche circula más rápido?
¿Qué altura tiene el edificio del fondo?
¿De qué color es el coche más rápido?
¿Un coche adelanta al otro?
¿Hay personas delante de los coches?
¿Tiene farolas la plaza?

¡ Es muy difícil observar todo lo que vemos !

Planteamiento del problema

Cuando tratamos de explicar lo observado surge un problema debido a la inquietud y a la necesidad del hombre de “entender” su entorno.

Para resolverlo es esencial "estar al día", saber lo que ya se conoce sobre ese tema y qué partes del problema están ya resueltas y contrastadas por la Ciencia. Antes de empezar debe reunirse toda la información posible relacionada con el fenómeno.

A veces, personas que sólo conocen los rudimentos de la Ciencia, tratan de resolver problemas como el del movimiento continuo (máquina que produce trabajo sin consumir energía), sin saber que esa cuestión ya ha sido resuelta hace más de 150 años y que hay un Principio de la Termodinámica universalmente contrastado que lo contradice.

Humildad, preparación, inquietud, honestidad y tenacidad son fundamentales para actuar como un científico.

Con un cerebro bien preparado y “amueblado”, con curiosidad científica y con capacidad de observación, sentiremos deseos de “entender” lo que observamos. Así surgirán primero ciertas preguntas e hipótesis y después un “diseño mental” de cómo abordar las comprobaciones que nos conduzcan a enunciar las leyes.

"Si monto la experiencia..... y voy modificando esto....., seguramente veré que esto otro.....aumenta el doble".

Seguramente Galileo ya en el mismo momento en que vio oscilar la lámpara se planteó el problema de comprobar de qué dependía el tiempo de oscilación de un péndulo.

Actividad: Plantear un Problema de Cinemática

Al mismo tiempo que observamos, en nuestro cerebro se van formulando las preguntas que conducen al planteamiento del problema. Algunas preguntas se resuelven mediante experimentos pero otras podemos contestarlas por deducción partiendo de conocimientos lógico-matemáticos adquiridos antes.

Planteamiento del problema
Mientras observas surgen en tu cerebro las preguntas que van a dar lugar al problema a investigar.
¿Cómo conocer las características de estos movimientos?

¿Qué magnitudes puedo medir?
Puedo hacer marcas en el suelo y medir el tiempo que tardan en alcanzarlas cada uno.

Planteamiento del problema
Midiendo tiempos y distancias, registrándolos en tablas y haciendo gráficas puedo obtener relaciones y sacar conclusiones.





Hipótesis previas

Nadie sabe cómo aparecen las ideas, pero darle vueltas al problema y tenerlo muchas horas presente en la mente conducen a que de repente aparezca la solución (o hipótesis resolutoria).

A las preguntas que desencadena la observación: ¿Por qué? ¿Cómo? ¿Qué factores o variables explican el fenómeno? etc...se responde con una hipótesis.

Hipótesis es una respuesta anticipada, que se da como posible, a un problema que surge al tratar de explicar un fenómeno y que se debe verificar por medio de la experimentación.

¡Los hechos lo dirán (demostrarán)!

Sin una hipótesis previa no puede surgir ningún plan de trabajo. Las hipótesis previas son de dos tipos:

- Hipótesis de cómo montar experiencias útiles o cómo diseñar aparatos apropiados para realizar las experiencias o para medir nuevas magnitudes del fenómeno estudiado.
- Hipótesis de por qué y cómo unas variables influyen en el fenómeno y otras no.

Por ejemplo: En el tiempo que tarda el péndulo en completar una oscilación **PUEDEN INFLUIR** la masa, la longitud del péndulo, la separación con que lo lancemos, el color del material, la altura a que está del suelo, etc.

Todas las hipótesis se construyen siguiendo el razonamiento de que TODA CAUSA ORIGINA UN EFECTO.

Galileo suponía que aunque variara la masa el péndulo tardaba el mismo tiempo en dar una oscilación porque ya había comprobado que lanzando distintas masas desde la Torre de Pisa tardaban el mismo tiempo en caer.

Actividad: Hipótesis Previas

En realidad cuando te haces preguntas sobre lo que observas y te surge el problema ya estás haciendo conjeturas (hipótesis) de cómo resolverlo y de cómo conseguir demostrar lo que quieres. Las preguntas de la actividad anterior quizás re condujeran a estas hipótesis.



Hipótesis

Hipótesis 1.- Averiguaré que coche va más rápido si mido la distancia que recorre cada coche en un segundo

Hipótesis 2.- Averiguaré que la velocidad de un coche es constante si mido la distancia recorrida en el primer segundo y esta es igual a la recorrida en el segundo segundo, en el tercero, etc, .

Hipótesis 3.- Sabré si un coche está aumentando su velocidad si la distancia que recorre en el primer minuto es menor que la recorrida en el segundo.

Hipótesis 4.- Si un coche va aumentando de velocidad puede hacerlo siempre en la misma proporción y en segundos sucesivos ser 3, 5, 7, 9, 11m/s o a impulsos variables: 2, 3, 9,11, 2, 10 m/s.
Por tanto puedo distinguir así tres tipos de movimientos rectilíneos (uniforme, acelerado y acelerado variado)

Experimentación

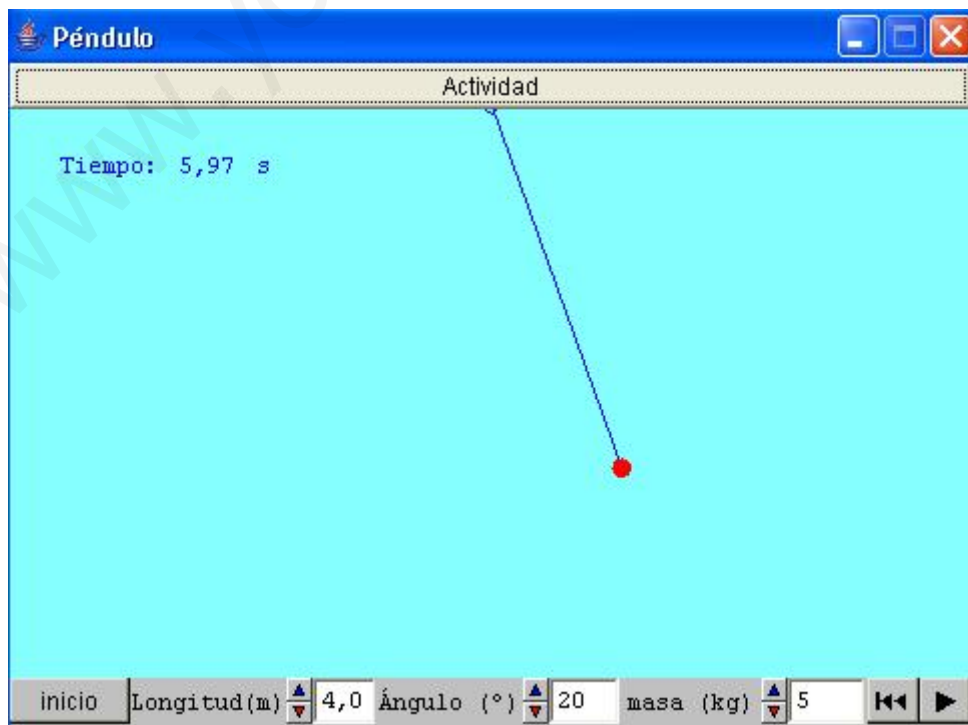
El ojo humano no ve todo lo que observa y la mente no capta todas las características significativas. Por eso la experimentación, recrear el fenómeno y repetirlo, ayuda a captarlas.

Hay que abstraer lo esencial del fenómeno estudiado y diseñar una réplica simplificada del mismo, despojándolo así de los aspectos que pueden ocultar lo esencial.

Las variables que intervienen en el fenómeno se modifican de una en una y se comprueba como influyen en él. Es esencial modificar una sola CAUSA cada vez y ver el EFECTO que desencadena. Luego es necesario registrar todos los datos. A la variable que el científico modifica se la denomina **variable independiente**. La variable cambia como consecuencia de haber variado la variable independiente se denomina **variable dependiente**.

Galileo no pone a oscilar una lámpara en su casa, simplemente toma varias bolas y las hace oscilar de una en una atándolas de una cuerda. Repite la oscilación y mide aspectos de la misma: tiempo de una oscilación, longitud de la cuerda, masa que oscila, ángulo (separación de la vertical). Medir la masa, la longitud y la separación era fácil para él, pero medir tiempos pequeños era muy difícil de hacer en aquel tiempo. Galileo lo hace contando el número de latidos de su corazón.

Pulsa en Péndulo y realiza las actividades que se proponen en la escena ¿Cuál es o son la/s variable/s independiente/s? ¿y la dependiente?



Actividad: Varía de una en una las variables que puedes modificar con los controles inferiores.

¿Qué le pasa al periodo si aumentas la masa? El periodo es lo que tarda la bola en volver al punto de salida.

¿Qué le pasa al periodo si modificas la longitud?

¿Disminuye la amplitud de la oscilación después de varias oscilaciones?

Busca una relación entre estas magnitudes mencionadas.

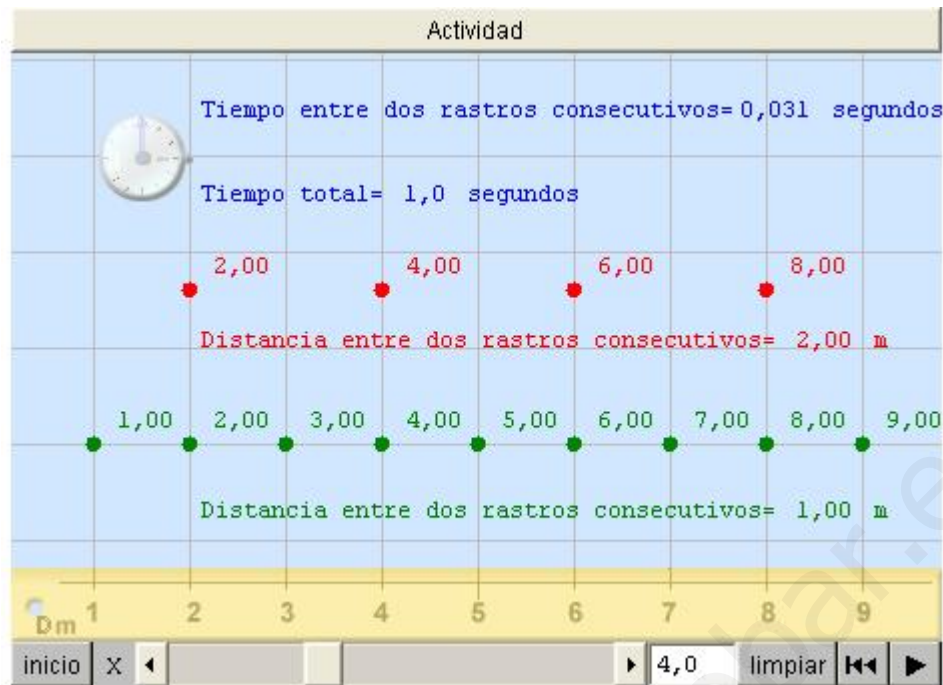
Actividad 1: La escena virtual no debe sustituir las prácticas de laboratorio. Construye un péndulo en tu casa y realiza las mismas observaciones.

Actividad 2: Averigua, por medio de tu reloj, el tiempo que transcurre entre latido y latido de tu corazón. ¿Es siempre el mismo?

Actividad: Experimentación

Experimentar es repetir lo observado una y otra vez bajo condiciones controladas y realizando una abstracción de lo más fundamental: los coches son puntos que se mueven y dejan un rastro. **Se modifica una sola variable cada vez, la variable independiente, para ver cómo influye en el fenómeno. Lo que se mide es el valor de la variable dependiente. Las demás variables, que se mantienen fijas se denominan variables controladas o variables de control.**

Aquí tienes una simulación que te permite variar un mismo parámetro para los dos coches. Experimenta con los rastros de los coches fijándote en lo que es fundamental para tus hipótesis de trabajo. ¡Experimenta y piensa!



Actividad: Pulsa Inicio entre experiencia y experiencia.

Modifica el valor de X, y observa la rapidez con que se desplaza cada cuerpo. Sólo tienes que calcular la distancia que recorre en 1 s.

¿Qué será A?

¿Al cambiar X cambia el tipo de movimiento?

¿Los dos móviles tienen el mismo tipo de movimiento?

Aquí puedes ver el tema que lleva esta escena

<http://newton.cnice.mecd.es/2eso/cinematica/cine22.htm?1&1>

Registrar en tablas los valores obtenidos

Los datos obtenidos en la experimentación se deben recoger en tablas y pasar a gráficas para poder estudiar mejor sus relaciones.

Galileo seguramente recogió sus datos igual que vas a hacer tú en la siguiente experiencia:

Lanza la escena (pulsas en Péndulo) y anota los datos obtenidos en la tabla de la izquierda.

En la primera columna suele colocarse la variable independiente. Recuerda que el periodo es el tiempo que tarda en realizar una oscilación completa (p.ej. el tiempo que tarda en volver al punto de partida). Al escribir los valores en la tabla el péndulo desaparece, pulsa otra vez en el botón Péndulo para recuperarlo.

¿Cuáles son aquí la variable dependiente e independiente?

Varia la longitud del péndulo y apunta en tu libreta los valores del periodo para cada longitud

longitud	Periodo T
5	
4	
3	
2	
1	



Varia la masa y apunta en tu libreta los valores del periodo para cada valor de la masa

Masa	Periodo T
5	
4	
3	
2	
1	



Varia la amplitud de oscilación y apunta en tu libreta los valores del periodo para cada valor del ángulo

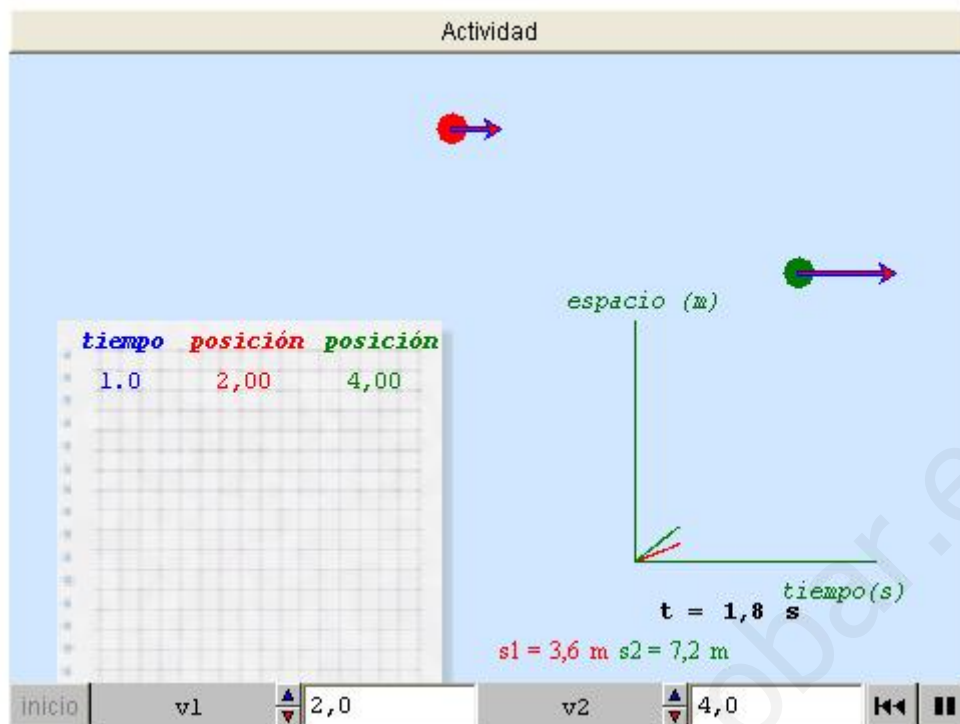
Ángulo	Periodo T
5	
4	
3	
2	
1	



Actividad: Registro de Datos

Dentro de la experimentación controlada es fundamental el registro cuidadoso de los datos.

Siguiendo con las experiencias de los móviles realiza esta experiencia, registra los datos en tu cuaderno y haz las gráficas cuando las rectas estén lo más separadas posibles.



Actividad: Consigue que las rectas de las gráficas estén lo más separadas posibles.

¿Qué le ocurre a la inclinación de las rectas cuando aumenta la velocidad?

Registra los datos y realiza las gráficas en tu cuaderno.

Análisis e interpretación

Del análisis de los datos obtenemos una relación que se expresa en forma de fórmula matemática. Las ecuaciones matemáticas y sus representaciones gráficas son de gran ayuda para la comprensión y el manejo de los conceptos. Utiliza en esta escena los datos obtenidos del péndulo. Los valores de la variable **independiente** se suelen colocar en el eje de las X (eje de abscisas) y los de la variable **dependiente** en el de las Y (eje de ordenadas, porque su valor viene "ordenado" por la independiente)

Vamos a analizar y a tratar de interpretar los datos que hemos obtenido de la escena. Pásalos a esta nueva tabla y trata de calcular una relación entre ellos.

Tal como has comprobado, el periodo sólo varía al variar la longitud.

Longitud	Periodo T
5	
4	
3	
2	
1	

Introduce en esta tabla los valores obtenidos en la escena

¿Por cada aumento de una unidad de la longitud existe un aumento constante del periodo?

¿Disminuye el periodo al aumentar la longitud?

¿Si la longitud se dobla el periodo se dobla?



Comprobemos cuanto se incrementa el periodo por cada incremento de la longitud en una unidad.

Los valores del incremento o variación del periodo puedes calcularlos pulsando en el botón de la derecha.

Longitud	Periodo T	Variación del Periodo
5		
4		
3		
2		
1		

Pulsa para hallar la variación del periodo

¿Ves alguna relación matemática entre el periodo o su incremento y la longitud?



La relación entre lo que aumenta el periodo por cada aumento de una unidad de la longitud del péndulo se calcula a partir de los datos de la tabla anterior.

Los aumentos de T
Aumento de l

son:

Si los incrementos del periodo (T) fueran los mismos por cada incremento de longitud (l), se podría establecer que :

$$\frac{\text{Los aumentos de } T}{\text{Aumento de } l} = \text{constante}$$

Si esto se cumpliera ya tendríamos una ecuación matemática.

Un buen investigador no debe desanimarse y debe probar otras relaciones .

¿Qué tal si probamos que pasa con el periodo al cuadrado ?



longitud	Periodo	Periodo al cuadrado
5		
4		
3		
2		
1		

Incrementos del periodo al cuadrado

Pulsa para hallar el periodo al cuadrado

Pulsa para hallar los incrementos de los periodos al cuadrado

Quizás no encuentres aún ninguna relación, pero si te fijas bien los incrementos son casi iguales.

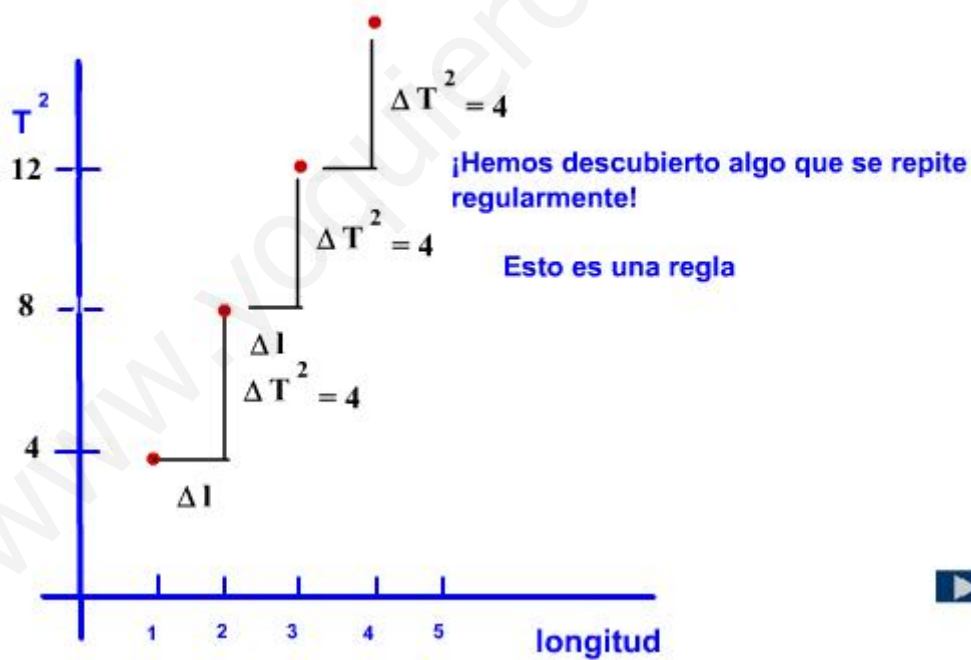


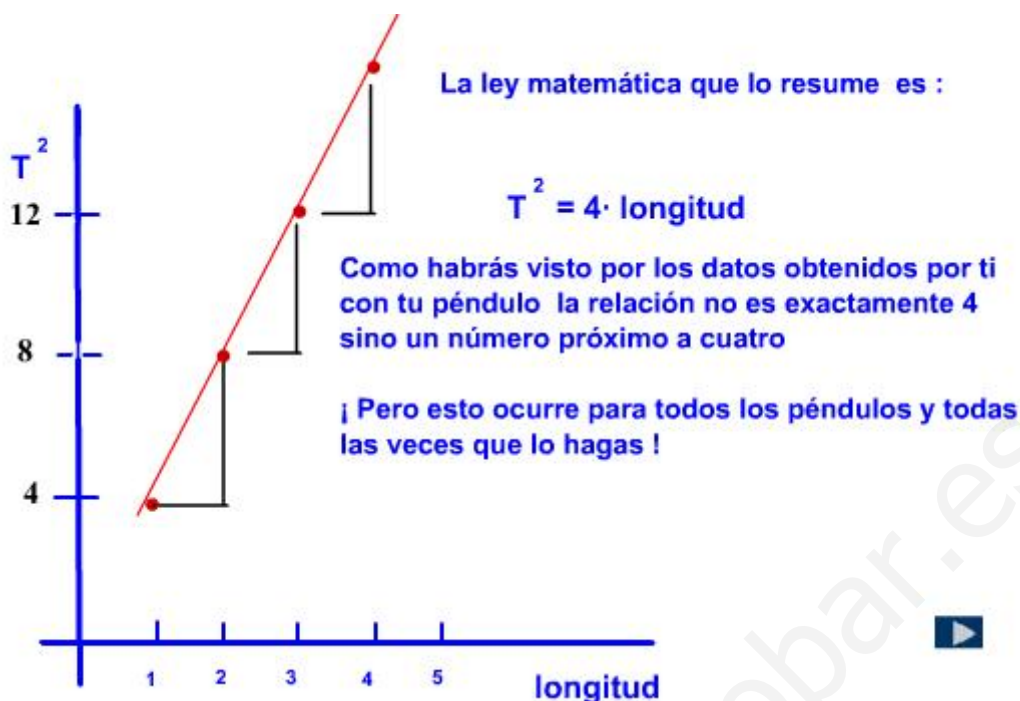
Incrementos del periodo al
cuadrado

Estos incrementos son todos próximos a cuatro (las
desviaciones son debidas a errores experimentales)

Lo que supone que :

$$\frac{\text{Los aumentos de } T^2}{\text{Aumento de } l} = \text{constante}$$





El valor obtenido " 4 " se debe a que el valor de la aceleración de la gravedad terrestre es $g = 9,8$ (varía ligeramente en la superficie terrestre del Ecuador a los polos).

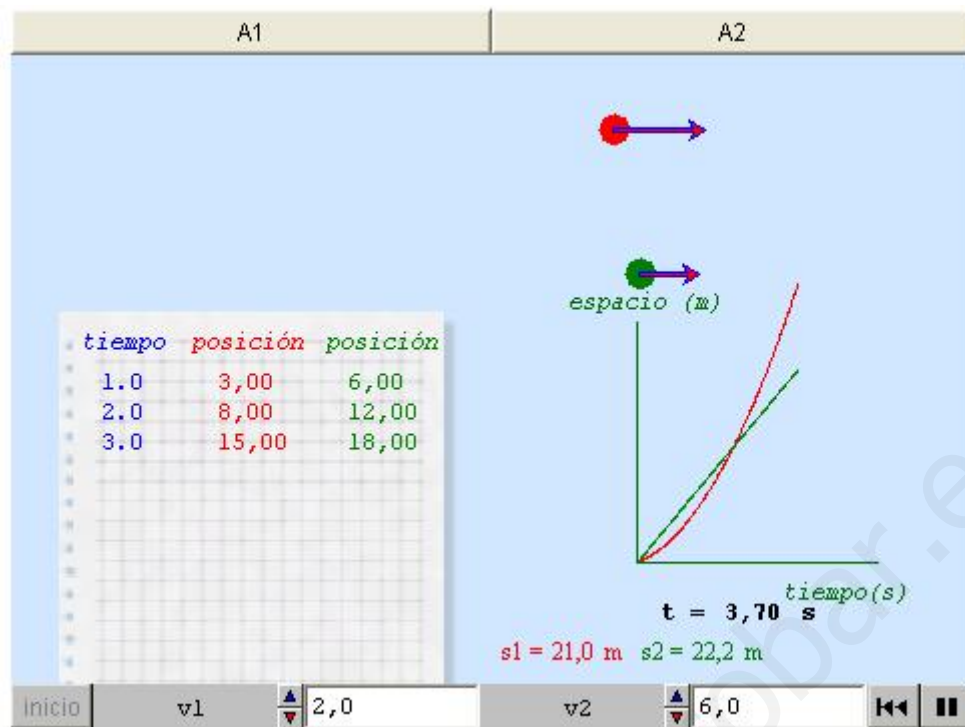
Esta relación descubierta por Galileo fue explicada posteriormente por Newton por medio de su Teoría de la Gravitación .

Curiosamente aunque Galileo descubrió que un péndulo tarda siempre lo mismo en cada oscilación, esta propiedad no se aplicó para construir relojes de péndulo hasta unos 100 años más tarde. A Galileo, que sin lugar a dudas era un genio, no se le ocurrió esta aplicación.



Actividad: Análisis de Datos e Interpretación

Tenemos registrados los datos y dibujadas las gráficas de un movimiento: es el momento de analizar e interpretar estos datos. Quizá ésta sea la labor más difícil. Intenta obtener relaciones por tu cuenta y si no lo logras realiza la actividad. Contesta las preguntas porque te ayudarán a inducir tus interpretaciones. Recuerda la importancia que tiene hacer buenas preguntas al enfocar un problema.



A1: Analiza las posiciones y sus incrementos cada segundo.

¿Son iguales los incrementos?

¿Cuál recorrió más distancia en el primer segundo? ¿Y en el último?

¿Cuál es tú interpretación?

¿Cómo hallas la velocidad en el tercer segundo?

A2: ¿Parten de la misma posición?

¿Vuelven más tarde a estar parejos?

¿Cuándo lo alcanza tienen los dos la misma velocidad?

¿Seguro?

¿Acelera alguno de ellos?

¿Qué tipo de movimiento tiene?

Confirmación de la Hipótesis

Si las experiencias confirman las hipótesis, éstas son ciertas y las leyes (fórmulas) deducidas tienen validez. Entonces cualquier persona puede comprobarlas y se cumplen siempre, y en todo lugar, en las condiciones fijadas.

Un número grande de hipótesis confirmadas y expresadas en leyes matemáticas constituyen las partes de una **Teoría General** que las explica todas: La ley del péndulo es una parte de la Ley de la Gravitación Universal de Newton.

Galileo suponía que el péndulo empleaba el mismo tiempo en dar una oscilación tanto si lo separaba mucho como si lo separaba poco de la vertical y que este tiempo no dependía de la masa.

Galileo había comprobado que tardaban el mismo tiempo en caer desde lo alto de la Torre de Pisa una masa de 1 kg y otra de 10 kg y que tardaban lo mismo aunque las tirara desde distintas alturas de la Torre. Y al fin y al cabo la masa del péndulo también caía guiada por el hilo.

Esto debió influir en la formulación de la hipótesis inicial y lo animó a emprender la experimentación. Su inteligencia, buena formación y su interés por los descubrimientos hicieron el resto. Las experiencias demostraron la hipótesis.

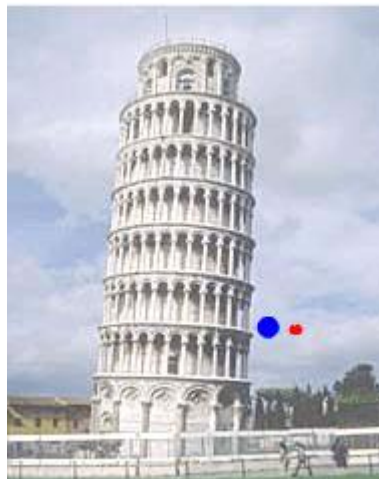
Si las hipótesis previas no se cumplen, deben formularse unas nuevas y replantear todas las experiencias para ver si se cumplen las nuevas hipótesis.

La Teoría General que explicó estos hechos fue desarrollada por Newton años más tarde.



Los seguidores de **Aristóteles** afirmaban que: "los cuerpos más pesados son atraídos más fuertemente hacia el suelo y tardan menos en caer que los ligeros"

Galileo los contrariaba con la experiencia y dejando caer dos cuerpos de diferente masa desde lo alto de la torre de Pisa



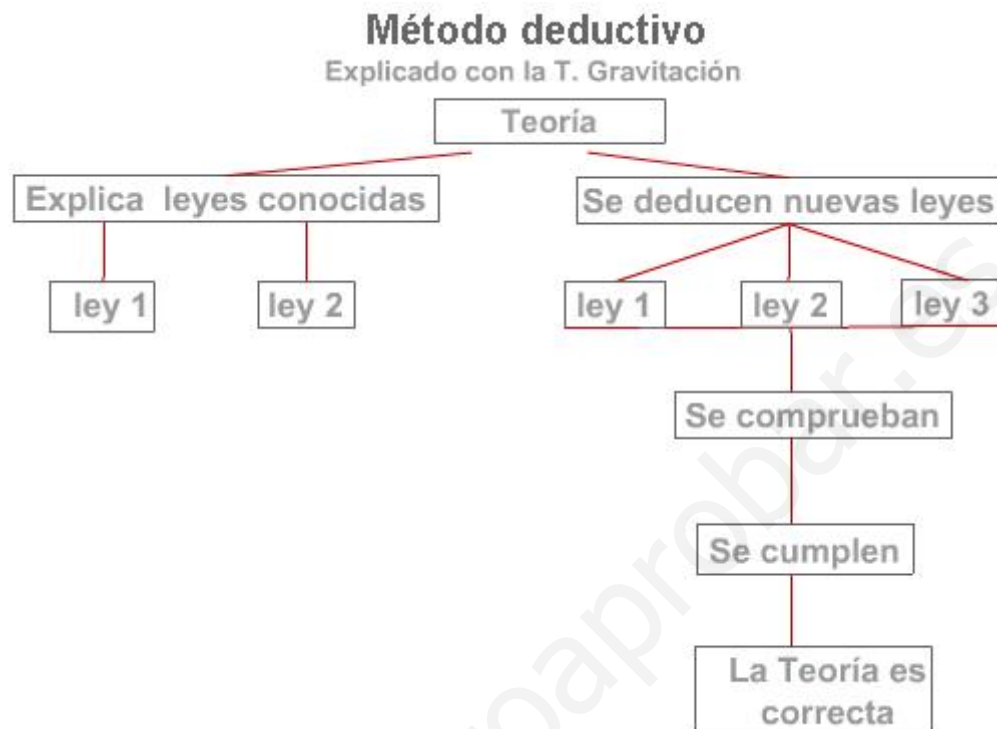
Newton explicaría esto más tarde con su Teoría de la Gravitación. Todos los cuerpos caen en la superficie de la Tierra y en el vacío con una aceleración de $9,8 \text{ m s}^{-2}$.

En el aire, y siempre que no tengan una forma especial para que les afecte mucho el rozamiento, también caen con $9,8 \text{ m s}^{-2}$.

Toma una cuartilla, haz una bola con ella y déjala caer de la misma altura y al mismo tiempo que otro objeto mucho más pesado. ¿Caen juntos?



Método Deductivo



Teoría Aquí la Teoría es también hipótesis

El científico elabora una teoría que explica muchos fenómenos conocidos basándose en descubrimientos previos. Toda nueva teoría modifica otras vigentes en ese momento y con ella se pueden explicar fenómenos no entendidos hasta entonces.

Newton con su Teoría de la Gravitación afirma que las fuerzas que hacen mover el Cosmos son las que surgen entre las masas. La Luna se mueve en su órbita alrededor de la Tierra porque una fuerza la empuja contra la Tierra. ¡Esto sí que es novedoso!

Explica leyes conocidas

La Teoría que se toma como Hipótesis de partida es deducida por medio de relaciones matemática partiendo de otras leyes que rigen fenómenos ya explicados y que la nueva Teoría también es capaz de explicar.

Las leyes en las que se basa casi siempre han sido descubiertas de manera inductiva.

Ley 1

La Teoría de la Gravitación explica una ley anterior enunciada por Kepler que describe como varía la velocidad de los astros a lo largo de su órbita.

Newton, partiendo de esa Ley y aplicando las matemáticas, llegó a deducir que la fuerza que los movía era central y que esa era la causa de que se movieran con velocidad variable.

La Teoría de la Gravitación explica la forma de las órbitas, la velocidad del astro, la posición , etc.

Ley 2

La Teoría de la Gravitación explica la ley de Kepler que permite calcular lo que tarda un planeta en recorrer su órbita según su distancia al Sol: los más próximos al Sol tardan menos.

Newton utilizando las matemáticas llegó a deducir que las fuerzas de atracción de un astro central sobre los que lo rodean disminuye con el cuadrado de la distancia y de esta Ley se puede obtener la de Kepler. ¡Esta sí que es una brillante deducción!

Se deducen nuevas leyes

La nueva Teoría surge después de comprobar que explica muchos fenómenos conocidos con un nuevo enfoque.

Una vez formulada, y aplicándola a otras situaciones, origina nuevas Leyes nunca antes enunciadas.

En general de la nueva Teoría se deducen nuevas Leyes y nuevas aplicaciones.

Ley 1

Newton enuncia una nueva Ley: la Ley de la Inercia.

Su teoría establece que si no actúa ningún tipo de fuerza los cuerpos en movimiento no se paran y se mueven en línea recta y a velocidad constante.

¡Esto no lo había afirmado nadie hasta Newton! .

Ley 2

Newton enuncia una nueva ley: $F = m \cdot a$.

Toda fuerza no anulada actuando sobre un cuerpo le produce siempre una aceleración en la dirección de la fuerza.

Antes de Newton creían que se requería una fuerza para mantener una velocidad constante (creían que un carro se movía con velocidad constante porque sobre él actuaba una fuerza). Newton matiza que si hay fuerza, siempre hay aceleración.

Ley 3

Newton explica como son las fuerzas que surgen cuando dos cuerpos interactúan a distancia o por contacto.

Toda fuerza de acción da lugar a una fuerza de reacción igual y de sentido contrario.

Con esta 3ª Ley se completan las leyes con las que fue posible desarrollar la Dinámica.

Se comprueban

Las leyes deducidas de la nueva Teoría se comprueban aplicándolas en antiguos y nuevos experimentos para ver si se cumplen o no.

Se cumplen

Si al aplicar las leyes deducidas de una Teoría se cumplen siempre, la teoría es correcta.

Si la experiencia no confirma lo pronosticado por las leyes, la Teoría es incorrecta y las leyes que la forman falsas. Debe formularse una nueva Teoría.

La Teoría es correcta

Evaluación

Te propongo una serie de autoevaluaciones para que compruebes tus conocimientos.

La hipótesis

Rellena los huecos
en este ejercicio

Marca las palabras elegidas y arrástralas a los huecos. Cuando acabes de rellenar todos los huecos, pulsa el botón "Comprobar"

experimentación fenómeno problema respuesta

Hipótesis es una anticipada, que se da como posible, a un que surge al tratar de explicar un y que se debe verificar por medio de la .

Método experimental

Ordena los pasos del proceso

Arrastra el número ordinal hasta situarlo frente al nombre del proceso que crees debe realizarse en ese orden dentro del proceso del M. experimental.

Hipótesis previa	5º
Observación	1º
Experimentación	4º
Deducción de leyes	2º
Registro de datos	3º

La Ciencia

Arrastra las palabras hasta la línea superior en el orden que crees deben de ocupar en la frase.

futuro - $y=f(\text{tiempo})$ - Sólo - adivinar - la - ciencia - con - el - se - puede - :

Autoevaluación del Método Científico

1.

¿Existe una sola forma o método de trabajar los científicos?

- A. Sólo una
- B. Dos métodos
- C. Muchas formas aunque todas con rasgos comunes y el mismo sistema de verificación de sus descubrimientos.

2. Matiza esta frase: "La bondad, la felicidad, la justicia algún día serán estudiadas con el método científico y explicadas con rigor matemático"

- A. Será posible cuando tengamos un desarrollo matemático y computadores suficientes.
- B. Jamás, las ciencias experimentales sólo establecen relaciones medibles entre fenómenos materiales observables.
- C. Seguramente con métodos nuevos mejorará su estudio.

3. Normalmente cuando miramos una escena solamente apreciamos una cantidad mínima de objetos y muy pocos detalles de cada uno.

- A. Preparándonos por medio de entrenamiento lograríamos captar el 100%
- B. Es cierto, captamos muy poco de lo que vemos. Para observarlo bien necesitamos tiempo y múltiples enfoques.
- C. Captamos casi todo lo que vemos, apenas se nos escapan pequeños detalles.

4. Escoge la matización acertada: "Cuando un chispazo de la mente genera una pregunta interesante, surge fácilmente la hipótesis de la forma de averiguar su certeza".

- A. Cierto.
- B. La hipótesis surge independientemente de la formulación del problema.
- C. Falso. Nunca sucede eso.

5. La hipótesis de cómo resolver un problema en el ámbito de la Física implica.....

- A. el diseño de aparatos, no siempre disponibles, para medir el fenómeno.
- B. el diseño de aparatos si no existen y la elección de métodos de trabajo.
- C. La hipótesis es una función del intelecto que no requiere pensar en medios materiales.

6. Escoge el comentario más acertado referido a la siguiente frase: "La experimentación es la piedra de toque de las hipótesis"

- A. Muy cierto. Así como los joyeros comprueban si una pieza es de oro con un jaste granulado, los científicos prueban sus suposiciones con la experimentación
- B. No se requieren piedras para comprobar o experimentar muchas hipótesis.
- C. Es una frase totalmente imprecisa e inadecuada.

7. De las relaciones matemáticas entre las medidas de las magnitudes observables surgen...

- A. las hipótesis.
- B. las dudas.
- C. las leyes.

8. La confirmación de la hipótesis.....

- A. confirma la ley y hace posible la búsqueda de nuevas relaciones.
- B. es el final de la investigación.
- C. hace válidas sólo las experiencias que la confirmaron.

9. El llamado método teórico.....

- A. no requiere experimentación.
- B. es semejante a la forma de razonar de los clásicos griegos.
- C. es el llamado método deductivo que se confirma sometiendo sus leyes a la experimentación.

Lee este relato para que veas como puedes aplicar el M.C. en tu vida cotidiana.

Puedes resolver mejor los problemas cotidianos empleando el Método Científico

Problema: Regresas de vacaciones a tu casa y después de abrir la puerta tratas de encender las luces pero no se encienden.

En este caso la "Observación" y el "Planteamiento del Problema" han sido simultáneos y no queda otro camino que, sin perder tú presencia de ánimo, usar el método experimental y demostrar a tu padre tu alta capacidad de razonamiento.

Rápidamente formulas unas hipótesis de lo que pudo pasar y diseñas unas acciones para comprobarlas (o sea unas formas de experimentar).

Y todo esto antes de que tu padre tome la iniciativa ;-)



El diferencial detecta si sale la misma corriente que la que entra en cada instante (recuerda que la corriente alterna está entrando y saliendo -oscilando- continuamente en cada cable). Si existe una derivación a tierra o fuga dentro de la casa, corta la corriente automáticamente. Tiene una sensibilidad mínima indicada en el aparato y salta girando el brazo hacia la izquierda.

Tiene un botón de comprobación que es necesario pulsar de vez en cuando para estar seguro de que el aparato funciona correctamente. Protege de morir electrocutado al tocar un enchufe y derivar a tierra la corriente a través del cuerpo.

Si salta continuamente es indicio de que algún circuito está mal aislado y existen fugas de corriente por las paredes y tuberías del

El interruptor general -disyuntor- corta la corriente a todos los circuitos de la casa. Es el el fusible general de la casa.

Está colocado antes de todos los P.I.A y tiene que soportar la suma de la corriente de todos los circuitos individuales cuando todos los elementos de consumo de la casa están encendidos.

Sustituye a los antiguos fusibles que se ponían a la entrada de la casa y que tenían un hilo que se fundía al pasar mucha intensidad (por cortocircuito o por consumo) y cortaban la corriente. Fusibles de este tipo, pero en cápsulas de cristal, aún existen en los enchufes e interruptores de las habitaciones.

Los pequeños interruptores automáticos (P.I.A) -disyuntores- son fusibles que cortan la corriente a cada línea independiente que parte de ellos y llevan la corriente a una zona del piso.

Cada línea lleva dos cables (fase y neutro) que llegan a los enchufes, bombillas, etc.

El P.I.A., que va colocado en la fase, si se produce un cortocircuito (tocan dos cables pelados) salta y corta la corriente en ese circuito. En ellos van impresos el número de amperios máximos que soporta esa línea.

Hipótesis 1.- Piensas que quizá el banco no pagó la factura y en vuestra ausencia cortaron la luz.

Observación.- Miras el cuadro de protección eléctrica y ves que el interruptor general- disyuntor- ha saltado y también el diferencial (el diferencial salta si hay fugas de corriente a tierra desde un enchufe e impide que nos electrocutemos si metemos accidentalmente los dedos en un enchufe).



Experimentación.- Subes el interruptor general y giras el diferencial y este salta de nuevo.

Conclusión.- La empresa de suministro eléctrico no ha cortado la luz.

Hipótesis 2.- Supones que uno de los circuitos independientes de tú casa y que protege uno de los pequeños interruptores automáticos o fusibles puede tener algún problema pero que otros pueden estar bien.

Comprobación de la hipótesis por experimentación.- Bajas todos los fusibles (P.I.A.) menos uno y vuelves a subir el diferencial. Ves que ahora no salta.

Subes uno de los pequeños interruptores, el diferencial no salta, y se enciende la luz del pasillo (la habías tratado de encender al entrar). Pasas al interior de la vivienda y tratas de encender la luz de varias habitaciones. Ves que algunas se encienden.

Conclusión.- Induces de estos hechos que algunos de los circuitos están bien.

Rápidamente formulas una nueva hipótesis.

Hipótesis 3.- Piensas que uno de los circuitos por lo menos debe estar mal y supones una forma de averiguarlo: comprobando de uno en uno los circuitos subiendo los pequeños interruptores (P.I.A.).

Experimentación.- Subes un interruptor pequeño y nada (no salta el diferencial), otro más y tampoco, pero al subir el tercero salta el diferencial.

Conclusión.- Ya sabes cual es el circuito que tiene avería.

Principio o Ley .- "Si dejas ese pequeño interruptor desconectado tendré luz en "casi" toda la casa y esto ya puede ser suficiente".

He superado el problema de tener luz.

Puedo plantearme ahora otra pregunta (que surge de lo que has observado anteriormente).

¿Por qué salta cuando doy la corriente a ese circuito de mi casa?

Hipótesis 4.- ¿Puede haber un aparato enchufado en ese circuito que esté estropeado y haga cortocircuito?



Todos los P.I.A. están conectados pero al subir el primer P.I.A. empezando por la izquierda el diferencial salta.

No te hace falta experimentar para comprobar la hipótesis y con sólo razonar **DEDUCES** que si fuera un cortocircuito sólo saltaría el pequeño interruptor de ese circuito y puede que el general, pero en este caso sólo salta el diferencial.

Conclusión.- No puede haber enchufado ningún aparato que esté dando cortocircuito.

Hipótesis 5.- Piensas que puede haber humedad en un enchufe y eso hace que salte el diferencial. Esto no es algo que sucedió cuando no estabas en casa, sino que sucede ahora cuando das corriente a ese circuito, el diferencial salta, y se apaga la luz de toda la casa.

Experimentación.- Subes los interruptores de todas las líneas de la casa menos el que regula el circuito averiado. Enciendes luces y aparatos por toda la casa y ves que el problema está en la cocina. Allí no hay luz en los enchufes. En efecto, compruebas en el cuadro que el circuito de la cocina es el que más intensidad soporta y el PIA que salta es el de 25 A.

Sigues mirando los enchufes de la cocina y ves que en una zona hay agua que cae desde el piso de arriba y pasa por un enchufe.

Conclusión. - Esa es la humedad que originaba el problema y que seguro se solucionará cuando se subsane esa humedad.