



"El laboratorio del químico" (1755) <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000166953>

BNEscolar > Guías didácticas

## Cuaderno de experimentos

Os queremos mostrar una manera diferente de ver la ciencia, en especial la física, que despierte el gusto y la curiosidad por el conocimiento y el método científico. Para ello, ilustraremos conceptos físicos importantes con experimentos sencillos y llamativos que se pueden realizar con material casero, sin necesidad de complejos aparatos de laboratorio, y accesibles para todas las edades. En la Biblioteca Digital Hispánica podemos encontrar numerosas obras relacionadas con la divulgación de la ciencia y la enseñanza de la física, que nos ayudarán a ilustrar los diferentes experimentos y a explicarlos como auténticos científicos.

El objetivo final de esta propuesta es conseguir despertar la curiosidad del alumnado para que se cuestione por qué ocurren las cosas y que, siguiendo los pasos del método científico, sean capaces de llegar a conclusiones propias que den respuestas a las preguntas planteadas. ¡Esperamos conseguirlo!

<b>Nivel</b>	<b>3</b>
<b>Áreas y materias</b>	<b>3</b>
<b>Competencias clave</b>	<b>3</b>
<b>Vinculación Curricular</b>	<b>3</b>
<b>Duración y sugerencias</b>	<b>11</b>
<b>Estructura</b>	<b>11</b>
<b>Momento inicial.-Introducción. Método científico.</b>	<b>13</b>
OBJETIVO	13
El método científico	13
Dedicado a ...	15
Actividad 0: Construcción de un cuaderno de experimentos	15
<b>Rúbrica para evaluar los experimentos</b>	<b>16</b>
<b>Experimentos de estática</b>	<b>18</b>
Palabras clave	18
Dedicado a...	18
Pero, ¿qué es la estática?	18
Actividades para aclarar conceptos	19
Actividad 1. Debate sobre reposo - movimiento	19
Actividad 2. Aclaremos conceptos: reposo- fuerza- equilibrio de fuerzas -centro de gravedad	19
Relación de experimentos de estática	21
Experimento 1. Cálculo del centro de gravedad	21
Experimento 2. Hoy no me puedo levantar.....	22
Experimento 3. El secreto de los equilibristas	23
RECURSOS SOBRE ESTÁTICA	24
<b>Experimentos de hidrostática</b>	<b>25</b>
Palabras clave	25
Dedicado a...	25
Pero, ¿qué es la hidrostática?	25
Actividades para aclarar conceptos	25
Actividad 1. ¿Un refresco para comenzar?	26
Actividad 2. ¿Podemos girar un vaso lleno de agua tapada con un papel sin derramar nada?	26
Relación de experimentos de hidrostática	27
Experimento 1. Ascensión del agua en un vaso boca abajo	27
Experimento 2. Una versión de los hemisferios de Magdeburgo con desatascadores	28
Experimento 3. Vaciar una copa sin volcarla.	29
RECURSOS SOBRE HIDROSTÁTICA	30
<b>Experimentos de acústica</b>	<b>31</b>
Palabras clave	31
Dedicado a...	31
Pero, ¿qué es la acústica?	31

Actividades para introducir conceptos	31
Actividad 1. ¿Cómo se transmite la vibración en un medio físico?	31
Actividad 2. Teléfono de cuerda	33
Relación de experimentos de acústica	34
Experimento 1: El secreto de los paraguas	34
Experimento 2: la copa vibrante	36
Experimento 3: Gama musical	37
RECURSOS SOBRE ACÚSTICA	38
<b>Experimentos de electromagnetismo</b>	<b>39</b>
Palabras clave	39
Dedicado a...	39
Pero, ¿qué es el electromagnetismo?	39
Actividades para introducir conceptos	39
Actividad 1. La energía electrostática	40
Actividad 2. La fuerza de un imán	40
Relación de experimentos de electromagnetismo	42
Experimento 1. Pompas y electricidad	42
Experimento 2. Danza de muñecos.	43
Experimento 3. ¡A pescar!	44
RECURSOS SOBRE ELECTROMAGNETISMO	45
<b>Para terminar</b>	<b>46</b>

## Nivel

EP/ESO/BACH

## Áreas y materias

- Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural (Primaria)
- Física y Química (ESO y 1º de Bachillerato)
- Física (2º de Bachillerato)

## Competencias clave

- Competencia en comunicación lingüística.
- Competencia personal, social y de aprender a aprender.
- Competencia ciudadana.
- Competencia digital.

## Vinculación Curricular

Según los experimentos que se pongan en práctica, se podrán seleccionar las competencias específicas y los criterios de evaluación y saberes básicos, de entre los que se muestran a continuación.

Primaria - Área: Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural	
Competencias específicas	Criterios de evaluación
<b>CE2:</b> Plantear y dar respuesta a cuestiones científicas sencillas, utilizando diferentes técnicas, instrumentos y modelos propios del pensamiento científico, para interpretar y explicar hechos y fenómenos que ocurren en el medio natural, social y cultural.	<b><u>Primer ciclo</u></b> <b>2.1</b> Mostrar curiosidad por objetos, hechos y fenómenos cercanos, formulando preguntas y realizando predicciones. <b>2.2</b> Buscar información sencilla de diferentes fuentes seguras y fiables de forma guiada, utilizándola en investigaciones relacionadas con el medio natural, social y cultural. <b>2.3</b> Participar en experimentos pautados o guiados, cuando la investigación lo requiera, utilizando técnicas sencillas de indagación, empleando de forma segura los instrumentos y registrando las observaciones de forma clara.

**2.4** Proponer respuestas a las preguntas planteadas, comparando la información y los resultados obtenidos con las predicciones realizadas.

**2.5** Comunicar de forma oral o gráfica el resultado de las investigaciones, explicando los pasos seguidos con ayuda de un guion.

### **Segundo ciclo**

**2.1** Formular preguntas y realizar predicciones razonadas, demostrando curiosidad por el medio natural, social y cultural cercano.

**2.2** Buscar y seleccionar información de diferentes fuentes seguras y fiables, utilizándola en investigaciones relacionadas con el medio natural, social y cultural y adquiriendo léxico científico básico.

**2.3** Realizar experimentos guiados, cuando la investigación lo requiera, utilizando diferentes técnicas de indagación y modelos, empleando de forma segura instrumentos y dispositivos, realizando observaciones y mediciones precisas y registrándolas correctamente.

**2.4** Proponer posibles respuestas a las preguntas planteadas, a través de la interpretación de la información y los resultados obtenidos, comparándolos con las predicciones realizadas.

**2.5** Presentar los resultados de las investigaciones en diferentes formatos, utilizando lenguaje científico básico y explicando los pasos seguidos.

### **Tercer ciclo**

**2.1** Formular preguntas y realizar predicciones razonadas sobre el medio natural, social o cultural mostrando y manteniendo la curiosidad.

**2.2** Buscar, seleccionar y contrastar información, de diferentes fuentes seguras y

fiables, usando los criterios de fiabilidad de fuentes, adquiriendo léxico científico básico, y utilizándola en investigaciones relacionadas con el medio natural, social y cultural.

**2.3** Diseñar y realizar experimentos guiados, cuando la investigación lo requiera, utilizando diferentes técnicas de indagación y modelos, empleando de forma segura los instrumentos y dispositivos apropiados, realizando observaciones y mediciones precisas y registrándolas correctamente.

**2.4** Proponer posibles respuestas a las preguntas planteadas, a través del análisis y la interpretación de la información y los resultados obtenidos, valorando la coherencia de las posibles soluciones y comparándolas con las predicciones realizadas.

**2.5** Comunicar los resultados de las investigaciones adaptando el mensaje y el formato a la audiencia a la que va dirigido, utilizando el lenguaje científico y explicando los pasos seguidos.

## Saberes básicos

### Saberes básicos comunes

#### **A. Cultura Científica**

##### **1. Iniciación en la actividad científica.**

- Procedimientos de indagación adecuados a las necesidades de la investigación (observación en el tiempo, identificación y clasificación, búsqueda de patrones...).
- Instrumentos y dispositivos apropiados para realizar observaciones y mediciones de acuerdo con las necesidades de las diferentes investigaciones.
- Vocabulario científico básico relacionado con las diferentes investigaciones.
- La curiosidad y la iniciativa en la realización de las diferentes investigaciones.

### Primer ciclo

#### **A. Cultura Científica**

##### 3. Materias, fuerzas y energías.

- La luz y el sonido como formas de energía. Fuentes y uso en la vida cotidiana.
- Propiedades observables de los materiales, su procedencia y su uso en objetos de la vida cotidiana de acuerdo con las necesidades de diseño para los que fueron fabricados.
- Las sustancias puras y las mezclas. Identificación de mezclas homogéneas y heterogéneas. Separación de mezclas heterogéneas mediante distintos métodos.
- Estructuras resistentes, estables y útiles.

### Segundo ciclo

#### **A. Cultura Científica**

##### 3. Materias, fuerzas y energías.

- El calor. Cambios de estado, materiales conductores y aislantes, instrumentos de medición y aplicaciones en la vida cotidiana.
- Los cambios reversibles e irreversibles que experimenta la materia desde un estado inicial a uno final identificando los procesos y transformaciones que experimenta en situaciones de la vida cotidiana.
- Fuerzas de contacto y a distancia. Las fuerzas y sus efectos.
- Propiedades de las máquinas simples y su efecto sobre las fuerzas. Aplicaciones y usos en la vida cotidiana.

### Tercer ciclo

#### **A. Cultura Científica**

##### 3. Materias, fuerzas y energías.

- Masa y volumen. Instrumentos para calcular la masa y la capacidad de un objeto. Concepto de densidad y su relación con la flotabilidad de un objeto en un líquido.
- La energía eléctrica. Fuentes, transformaciones, transferencia y uso en la vida cotidiana. Los circuitos eléctricos y las estructuras robotizadas.

## Primero a Tercero de la ESO - Materia: Física y Química

### Competencias específicas

**CE2:** Expresar las observaciones realizadas por el alumnado en forma de preguntas, formulando hipótesis para explicarlas y demostrando dichas hipótesis a través de la experimentación científica, la indagación y la búsqueda de

### Criterios de evaluación

**2.1.** Emplear las metodologías propias de la ciencia en la identificación y descripción de fenómenos a partir de cuestiones a las que se pueda dar respuesta a través de la indagación, la deducción, el trabajo experimental y el

evidencias, para desarrollar los razonamientos propios del pensamiento científico y mejorar las destrezas en el uso de las metodologías científicas.

razonamiento lógico-matemático, diferenciándolas de aquellas pseudocientíficas que no admiten comprobación experimental.

**2.2.** Seleccionar, de acuerdo con la naturaleza de las cuestiones que se traten, la mejor manera de comprobar o refutar las hipótesis formuladas, diseñando estrategias de indagación y búsqueda de evidencias que permitan obtener conclusiones y respuestas ajustadas a la naturaleza de la pregunta formulada.

**2.3.** Aplicar las leyes y teorías científicas conocidas al formular cuestiones e hipótesis, siendo coherente con el conocimiento científico existente y diseñando los procedimientos experimentales o deductivos necesarios para resolverlas o comprobarlas.

## Saberes básicos

### A. Las destrezas científicas básicas

- Metodologías de la investigación científica: identificación y formulación de cuestiones, elaboración de hipótesis y comprobación experimental de las mismas.
- Trabajo experimental y proyectos de investigación: estrategias en la resolución de problemas y en el desarrollo de investigaciones mediante la indagación, la deducción, la búsqueda de evidencias y el razonamiento lógico-matemático, haciendo inferencias válidas de las observaciones y obteniendo conclusiones.

### C. La energía

- La energía: formulación de cuestiones e hipótesis sobre la energía, propiedades y manifestaciones que la describan como la causa de todos los procesos de cambio.

### D. La interacción

- Predicción de movimientos sencillos a partir de los conceptos de la cinemática, formulando hipótesis comprobables sobre valores futuros de estas magnitudes, validándolas a través del cálculo numérico, la interpretación de gráficas o el trabajo experimental.
- Las fuerzas como agentes de cambio: relación de los efectos de las fuerzas, tanto en el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo como produciendo deformaciones en los sistemas sobre los que actúan.



## Cuarto de la ESO - Materia: Física y Química

### Competencias específicas

**CE2:** Expresar las observaciones realizadas por el alumnado en forma de preguntas, formulando hipótesis para explicarlas y demostrando dichas hipótesis a través de la experimentación científica, la indagación y la búsqueda de evidencias, para desarrollar los razonamientos propios del pensamiento científico y mejorar las destrezas en el uso de las metodologías científicas.

### Criterios de evaluación

- 2.1.** Emplear las metodologías propias de la ciencia en la identificación y descripción de fenómenos científicos a partir de situaciones tanto observadas en el mundo natural como planteadas a través de enunciados con información textual, gráfica o numérica.
- 2.2.** Predecir, para las cuestiones planteadas, respuestas que se puedan comprobar con las herramientas y conocimientos adquiridos, tanto de forma experimental como deductiva, aplicando el razonamiento lógico-matemático en su proceso de validación.
- 2.3.** Aplicar las leyes y teorías científicas más importantes para validar hipótesis de manera informada y coherente con el conocimiento científico existente, diseñando los procedimientos experimentales o deductivos necesarios para resolverlas y analizando los resultados críticamente

### Saberes básicos

#### A. Las destrezas científicas básicas

- Trabajo experimental y proyectos de investigación: estrategias en la resolución de problemas y el tratamiento del error mediante la indagación, la deducción, la búsqueda de evidencias y el razonamiento lógico-matemático, haciendo inferencias válidas de las observaciones y obteniendo conclusiones que vayan más allá de las condiciones experimentales para aplicarlas a nuevos escenarios.
- Estrategias de interpretación y producción de información científica en diferentes formatos y a partir de diferentes medios: desarrollo del criterio propio basado en lo que el pensamiento científico aporta a la mejora de la sociedad para hacerla más justa, equitativa e igualitaria.

#### C. La energía

- Transferencias de energía: el trabajo y el calor como formas de transferencia de energía entre sistemas relacionados con las fuerzas o la diferencia de temperatura. La luz y el sonido como ondas que transfieren energía.

#### D. La interacción

- La fuerza como agente de cambios en los cuerpos: principio fundamental de la Física que se aplica a otros campos como el diseño, el deporte o la ingeniería.
- Fuerzas y presión en los fluidos: efectos de las fuerzas y la presión sobre los líquidos y los gases, estudiando los principios fundamentales que las describen.

### Primero de Bachillerato - Materia: Física y Química

#### Competencias específicas

**CE1:** Razonar con solvencia, usando el pensamiento científico y las destrezas relacionadas con el trabajo de la ciencia, para aplicarlos a la observación de la naturaleza y el entorno, a la formulación de preguntas e hipótesis y a la validación de las mismas a través de la experimentación, la indagación y la búsqueda de evidencias.

#### Criterios de evaluación

**2.1.** Formular y verificar hipótesis como respuestas a diferentes problemas y observaciones, manejando con soltura el trabajo experimental, la indagación, la búsqueda de evidencias y el razonamiento lógico-matemático.

**2.2.** Utilizar diferentes métodos para encontrar la respuesta a una sola cuestión u observación, cotejando los resultados obtenidos y asegurándose así de su coherencia y fiabilidad.

**2.3.** Integrar las leyes y teorías científicas conocidas en el desarrollo del procedimiento de la validación de las hipótesis formuladas, aplicando relaciones cualitativas y cuantitativas entre las diferentes variables, de manera que el proceso sea más fiable y coherente con el conocimiento científico adquirido.

#### Saberes básicos

#### D. Cinemática

- Variables cinemáticas en función del tiempo en los distintos movimientos que puede tener un objeto, con o sin fuerzas externas: resolución de situaciones reales relacionadas con la física y el entorno cotidiano.

#### E. Estática y dinámica

- Predicción, a partir de la composición vectorial, del comportamiento estático o dinámico de una partícula y un sólido rígido bajo la acción de un par de fuerzas.
- Relación de la mecánica vectorial aplicada sobre una partícula con su estado de reposo o de

movimiento: aplicaciones estáticas o dinámicas de la física en otros campos, como la ingeniería o el deporte.

#### **F. Energía**

- Conceptos de trabajo y potencia: elaboración de hipótesis sobre el consumo energético de sistemas mecánicos o eléctricos del entorno cotidiano y su rendimiento.

### **Segundo de Bachillerato - Materia: Física**

#### **Competencias específicas**

**CE5:** Aplicar técnicas de trabajo e indagación propias de la física, así como la experimentación, el razonamiento lógico-matemático y la cooperación, en la resolución de problemas y la interpretación de situaciones relacionadas, para poner en valor el papel de la física en una sociedad basada en valores éticos y sostenibles.

#### **Criterios de evaluación**

- 5.1.** Obtener relaciones entre variables físicas, midiendo y tratando los datos experimentales, determinando los errores y utilizando sistemas de representación gráfica.
- 5.2.** Reproducir en laboratorios, reales o virtuales, determinados procesos físicos modificando las variables que los condicionan, considerando los principios, leyes o teorías implicados, generando el correspondiente informe con formato adecuado e incluyendo argumentaciones, conclusiones, tablas de datos, gráficas y referencias bibliográficas.

#### **Saberes básicos**

#### **B. Campo electromagnético**

- Energía de una distribución de cargas estáticas: magnitudes que se modifican y que permanecen constantes con el desplazamiento de cargas libres entre puntos de distinto potencial eléctrico.

#### **C. Vibraciones y ondas**

- Movimiento oscilatorio: variables cinemáticas de un cuerpo oscilante y conservación de energía en estos sistemas.
- Fenómenos ondulatorios: situaciones y contextos naturales en los que se ponen de manifiesto distintos fenómenos ondulatorios y aplicaciones. Ondas sonoras y sus cualidades. Cambios en las propiedades de las ondas en función del desplazamiento del emisor y receptor.
- Naturaleza de la luz: controversias y debates históricos. La luz como onda electromagnética. Espectro electromagnético.

## Duración y sugerencias

Os proponemos diferentes sugerencias para poner en práctica esta secuencia didáctica:



Por un lado, puede convertirse en un complemento práctico que ayude a afianzar los conceptos trabajados en las materias indicadas. La duración aproximada de cada experimento es de una sesión, por lo que la duración total dependerá de la selección de experimentos que se realice.





Por otro lado, los diferentes experimentos se pueden utilizar para realizar un proyecto de centro vinculado a las ciencias, en especial a la física, sirviendo como base, por ejemplo, para la creación de un **Museo Interactivo de Ciencias** para el centro escolar, coincidiendo con la celebración del Día de la Ciencia (o Semana de la Ciencia) y donde se preparen los experimentos de forma que los visitantes puedan realizarlos y comprender lo que ocurre en ellos, asistidos por el alumnado. En la creación de este **Museo** pueden participar estudiantes de diferentes edades, distribuyendo los experimentos más adecuados según sea la edad, y creando paneles explicativos que los acompañen.

## Estructura

Hemos seleccionado una colección de experimentos que abordan conceptos de diferentes ramas de la física. Para facilitar su consulta los hemos agrupado asignando a cada bloque un color. Os invitamos a que exploréis los recursos de la BDH que acompañan esta secuencia didáctica, que os permitirán ampliarla con experimentos relacionados con otras ramas de la física como la óptica, dinámica,...

Cada uno de estos bloques lo dedicaremos a un científico relevante por sus estudios o descubrimientos en esa rama concreta de la física. De esta forma, el alumnado también podrá conocer a estos personajes clave de la historia.

<p><b>Momento inicial</b></p> 	<p><b>Dedicado a ... Galileo Galilei</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Act. introductoria: lectura inicial</li> <li>→ Act 1: construcción de un cuaderno de experimentación</li> </ul>	<p>1 sesión</p>
<p><b>Experimentos de estática</b></p> 	<p><b>Dedicado a ... Isaac Newton</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Actividad 1. Debate sobre reposo- movimiento</li> <li>→ Actividad 2. Aclaremos conceptos: fuerza, equilibrio de fuerzas, centro de gravedad</li> <li>→ Experimento 1. Cálculo del centro de gravedad</li> <li>→ Experimento 2. Hoy no me puedo levantar</li> <li>→ Experimento 3. El secreto de los equilibristas</li> </ul>	<p>1 sesión inicial para actividades 1 y 2</p> <p>Cada experimento 1 sesión</p>
<p><b>Experimentos de hidrostática</b></p> 	<p><b>Dedicado a ... Evangelista Torricelli</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Actividad 1. ¿Un refresco para comenzar?</li> <li>→ Actividad 2. ¿Podemos girar un vaso sin derramar el agua?</li> <li>→ Experimento 1. Ascensión del agua</li> <li>→ Experimento 2. Hemisferios de Magdeburgo</li> <li>→ Experimento 3. Vaciar una copa sin volcarla</li> </ul>	<p>1 sesión inicial para actividades 1 y 2</p> <p>Cada experimento 1 sesión</p>
<p><b>Experimentos de acústica</b></p> 	<p><b>Dedicado a ... Marin Mersenne</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Actividad 1. ¿Cómo se transmite la vibración en un medio físico?</li> <li>→ Actividad 2. Teléfono de cuerda</li> <li>→ Experimento 1. El secreto de los paraguas</li> <li>→ Experimento 2. La copa vibrante</li> <li>→ Experimento 3. Gama musical</li> </ul>	<p>1 sesión inicial para actividades 1 y 2</p> <p>Cada experimento 1 sesión</p>
<p><b>Experimentos de electromagnetismo</b></p> 	<p><b>Dedicado a ... William Gilbert</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Actividad 1. La energía electrostática</li> <li>→ Actividad 2. La fuerza de un imán</li> <li>→ Experimento 1. Pompas y electricidad</li> <li>→ Experimento 2. Danza de muñecos</li> <li>→ Experimento 3. ¡A pescar!</li> </ul>	<p>1 sesión inicial para actividades 1 y 2</p> <p>Cada experimento 1 sesión</p>

## Momento inicial.-Introducción. Método científico.

[1 SESIÓN ]

### OBJETIVO

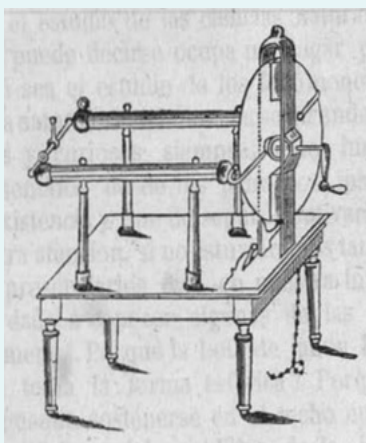
Despertar el interés por la ciencia y por conocer el porqué de las cosas, familiarizándose con el método científico para guiar sus observaciones e investigaciones.

Antes de entrar de lleno en la experimentación, os invitamos a que leáis este fragmento del prólogo de la obra ***Nociones de Física***, de José Trias y Traviesa. Resume de forma clara y precisa el objetivo principal de la Física, que no es otro que el de comprender, para poder después explicar, los fenómenos cotidianos que ocurren en la naturaleza y que forman parte de nuestro día a día, a menudo tan triviales que nos pasan desapercibidos.

Os invitamos a que compartáis con vuestro alumnado esta lectura, que esperamos despierte su interés por entender un mundo en constante cambio.

### ACTIVIDAD INTRODUCTORIA-LECTURA INICIAL

#### Para comenzar...



“Sería hasta cierto punto ridículo si en la época en que vivimos tratásemos de demostrar la importancia que tiene el estudio de las ciencias naturales, entre las cuales puede decirse ocupa un lugar preferente la física, ó sea el estudio de los fenómenos que nos presenta la naturaleza; fenómenos sorprendentes algunas veces y curiosos siempre, que impresionan nuestros sentidos desde los primeros instantes de nuestra existencia y que de seguro cautivarían mucho más nuestra atención, si no estuviéramos tan acostumbrados á presenciarlos ó si en nuestra infancia nos hubieran dado á conocer algunas de las causas de tales fenómenos. Porqué la bola de jabon libre en la atmósfera toma la forma esférica? Porqué ciertos insectos pueden sostenerse en el techo en una posicion inversa? Porqué las celdillas de la

industriosa abeja toman en la colmena la forma de un prisma exagonal? Cuestiones son estas que algunos hallarán hasta triviales por los estudios especiales á que han podido dedicarse , pero no todos se encuentran en igual caso y no faltará de seguro quien ignore la causa de tales fenómenos y otros muchos que nos proponemos explicar en estas sencillas nociones, puramente prácticas de física...

La naturaleza, dice Sturm, es un libro abierto á todos los hombres, nadie puede excusarse de leer en él porque habla una lengua inteligible á todos...”

Trias y travesa, José (1865)

Imagen y lectura inicial extraídas de: <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000178653>

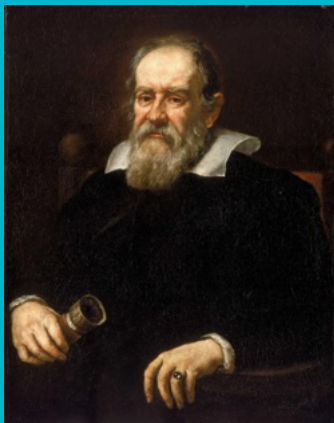
### El método científico

Para guiar los experimentos que planteamos en esta propuesta, utilizaremos el método científico. Es importante que el alumnado entienda la importancia que tiene este método en cualquier proceso de

investigación porque, gracias a él se puede demostrar de una forma inequívoca una hipótesis y, además, se puede reproducir la demostración cuantas veces se requiera. Los científicos tienen que ser muy metódicos en sus experimentos e investigaciones y registrar todo este proceso, y es lo que proponemos hacer en cada uno de los experimentos.



### Dedicado a ...



Fuente de la imagen:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Galileo\\_Galilei#/media/Archivo:Justus\\_Sustermans\\_-\\_Portrait\\_of\\_Galileo\\_Galilei,\\_1636.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Galileo_Galilei#/media/Archivo:Justus_Sustermans_-_Portrait_of_Galileo_Galilei,_1636.jpg)  
(dominio público)

**Galileo Galilei** (1564-1642) fue el primero en aplicar el método científico en sus estudios de cinemática y dinámica, y por eso se le considera el padre del método científico moderno. Lo llamó "**método científico resolutivo-compositivo**". Antes que él, otros eruditos ya utilizaban la observación o el razonamiento para intentar explicar los fenómenos naturales, pero fue Galileo el que añadió la hipótesis y la verificación mediante la experimentación, separando el conocimiento científico de la tradición y la fe.



En la BDH podemos encontrar numerosas obras suyas, entre ellas *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno á due nuove scienze attenenti alla Meccanica & i Movimenti locali*, su última obra y quizás la más importante, ya que marca el fin de la física aristotélica y el inicio de la ciencia moderna.

### Actividad 0: Construcción de un cuaderno de experimentos

Independientemente de los experimentos que se realicen, como ya hemos indicado, es importante que el alumnado se acostumbre a documentar todo el proceso de forma rigurosa, desde la observación y formulación de hipótesis, hasta la recogida de datos y conclusiones finales. Para ello, lo que os proponemos es que cada estudiante elabore su propio cuaderno de experimentos (en formato digital o en papel).

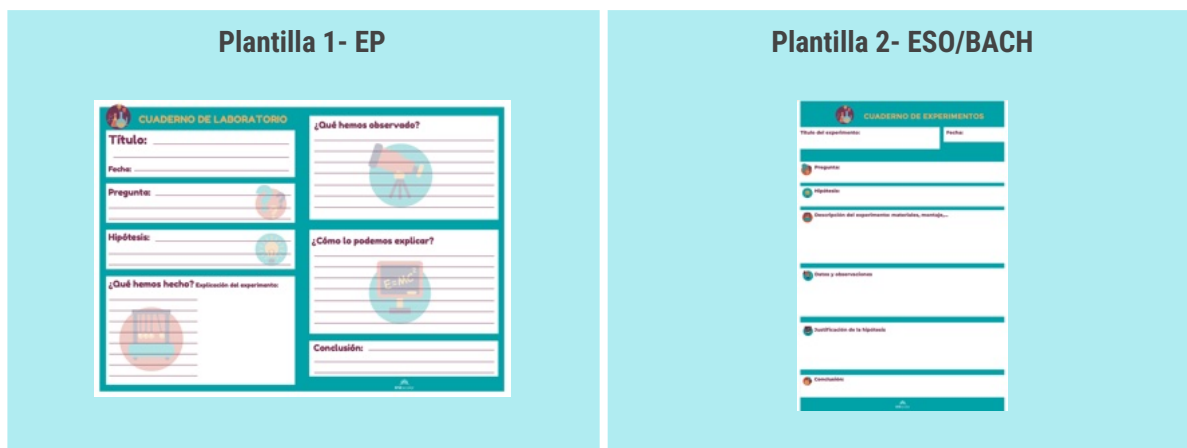
Cuando se utiliza un cuaderno en un laboratorio, al realizar experimentos, es aconsejable seguir algunas normas:

1. Un auténtico cuaderno de laboratorio debe tener las hojas numeradas.
2. Nunca debe arrancarse una página, pero sí se pueden grapar notas cuando sea necesario, o ir añadiendo páginas al final si se hacen más experimentos.
3. Nunca debe borrarse nada. Si se cometen errores, deben tacharse con una línea por encima, de forma que aún puedan leerse.
4. El cuaderno de laboratorio es un diario de trabajo, y debe llevarse siempre al lugar donde se vaya a realizar el experimento.
5. Se debe escribir lo que realmente se ha hecho en el experimento y no lo que se supone que se debería haber hecho.
6. Siempre se ha de incluir la fecha en la que se realiza el experimento.

Os proponemos dos modelos por edades, para que elijáis aquel que se adapte mejor al proceso de aprendizaje de vuestro alumnado. Lo ideal sería que, tomando nuestras plantillas como inspiración,



personalicéis los campos que incluyen, así que sentíos libres de adaptarlas a vuestro gusto, y compartid con nosotros y el resto de comunidad BNEscolar vuestras modificaciones, que seguro podrán servir de inspiración a otros docentes. [Descarga de plantillas en Anexo 1]



Con los cuadernos preparados, ¡podemos comenzar a observar y experimentar!

### ¿Personalizamos el cuaderno?

Podéis animar al alumnado a incluir una frase en la portada de su cuaderno, que sirva de guía en esta etapa científica que comienzan. Os proponemos algunas frases célebres que pueden servir de inspiración:

“Me lo contaron y lo olvidé. Lo vi y lo entendí. Lo experimenté y lo aprendí” Confucio

“Investigar es ver lo que todo el mundo ha visto, y pensar lo que nadie más ha pensado”. Albert Szent-Györgyi

“Nada tiene tanto poder para ampliar la mente como la capacidad de investigar de forma sistemática y real todo lo que es susceptible de observación en la vida”. Marco Aurelio

“Cada día sabemos más y entendemos menos”. Albert Einstein

“No entiendes realmente algo a menos que seas capaz de explicárselo a tu abuela”. Albert Einstein

“En algún lugar, algo increíble está esperando ser conocido”. Carl Sagan

«Si no conozco una cosa, la investigaré». Louis Pasteur

«El conocimiento no es una vasija que se llena, sino un fuego que se enciende». Plutarco

“La ciencia se compone de errores, que a su vez son los pasos hacia la verdad”. Jules Verne

### Rúbrica para evaluar los experimentos

[autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación]

Podéis adaptar la siguiente rúbrica a la edad de vuestro alumnado, y utilizarla para valorar el desempeño en los diferentes experimentos.

	<b>Fantástico</b>	<b>Muy bien</b>	<b>Suficiente</b>	<b>Mejorable</b>
<b>Planteamiento de hipótesis</b>	La hipótesis planteada es relevante y coherente con los conocimientos previos	La hipótesis planteada es coherente con los conocimientos previos	La hipótesis planteada apenas refleja los conocimientos previos	La hipótesis planteada no es relevante ni refleja conocimientos previos
<b>Desarrollo experimental</b>	Propone nuevos experimentos o pasos, y sigue con rigor las indicaciones del profesor	Sigue con rigor los pasos indicados por el profesor para el experimento	Sigue los pasos del experimento de forma poco rigurosa	No sigue las indicaciones para realizar el experimento, ni muestra rigor en los pasos que da
<b>Observación de resultados</b>	Recopila y organiza de forma rigurosa los datos observados y lo completa con registros visuales (fotos, dibujos,...)	Recopila y organiza los datos de estudio y aporta registros visuales complementarios	Recopila los datos pero no lo hace de forma ordenada y sólo presenta algún registro visual del experimento	Recopila los datos de forma errónea y no presenta ningún registro visual del experimento
<b>Análisis e interpretación de los datos</b>	Es objetivo en el análisis de los datos, observa las diferencias y similitudes entre ellos, puede hacer inferencias y los relaciona con sus conocimientos previos	Es objetivo en el análisis de los datos, observa las diferencias y similitudes entre ellos, pero tiene dificultades para hacer inferencias y relacionarlos con sus conocimientos previos	Es objetivo en el análisis de los datos, aunque presenta dificultades en la observación de diferencias y similitudes. No los relaciona con conocimientos previos	No es objetivo en el análisis de los datos, no distingue diferencias o similitudes, no hace inferencias y no los relaciona con sus conocimientos previos
<b>Elaboración de la conclusión</b>	Expresa su conclusión de forma clara y sencilla y responde a la hipótesis planteada con rigor	Expresa su conclusión de forma clara y sencilla pero responde sin rigor a la hipótesis planteada	Expresa su conclusión de forma poco clara y no responde a la hipótesis planteada	Expresa su conclusión con cierta dificultad y no responde a la hipótesis planteada

## Experimentos de estática

[ 4 SESIONES (1 sesión previa + 1 sesión para cada experimento)]

### Palabras clave

estática, movimiento, reposo, reposo absoluto, observador, sistema de referencia, fuerza, peso, equilibrio de fuerzas (estable, inestable e indiferente), centro de gravedad, punto de apoyo



### Dedicado a...

**Isaac Newton**, físico, teólogo, inventor, alquimista y matemático inglés, considerado uno de los mayores científicos de la historia de la humanidad.



Fuente de la imagen:  
<http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000179657>

En 1687, a instancias de su amigo **Edmund Halley** (fue el primero en calcular la órbita del cometa Halley, en 1705, y por eso lleva su nombre, aunque el primero en observar este cometa fue Johann Müller en 1456... ¡Cosas que pasan! Podéis consultar su obra ***Tabulae Astronomicae: accedunt de usu tabularum praecepta*** en la BDH, donde se muestran estos cálculos), publica el tratado *Principios matemáticos de la filosofía natural*, donde explica los fundamentos matemáticos del universo. Estableció las bases de la mecánica clásica, enunciando las leyes que llevan su nombre, y describió la ley de la gravitación universal, entre otros descubrimientos, como el telescopio reflector, el binomio de Newton,...

Si investigáis sobre este personaje descubriréis que desde muy pequeño mostraba una curiosidad insaciable para la ciencia y la invención, y tenía una gran inclinación hacia la física y las matemáticas.

En la BDH podemos encontrar alguna de sus obras así como diversos retratos digitalizados.

[\[http://bdh.bne.es/bnesearch/q/isaac%20newton\]](http://bdh.bne.es/bnesearch/q/isaac%20newton)

### Pero, ¿qué es la estática?

La **estática** es la rama de la física que estudia los cuerpos en reposo, pero también los cuerpos en equilibrio estático, es decir, en un estado en el que las posiciones no varían con el tiempo. Decimos que un cuerpo estará en reposo cuando su velocidad sea igual a cero y estará en equilibrio cuando la aceleración sea igual a cero. Hasta aquí la teoría, pero vamos a ver qué significa esto.

## Actividades para aclarar conceptos

Antes de comenzar con los experimentos, os proponemos dedicar una sesión a realizar las siguientes actividades, que servirán para cuestionar conceptos físicos claves de la estática, que normalmente pasan desapercibidos. ¡Así comenzamos a despertar su curiosidad!

### Actividad 1. Debate sobre reposo - movimiento

Cuando introducimos los conceptos de **reposo y movimiento**, es probable que los estudiantes afirmen con total seguridad que saben lo que significan, y que tienen muy claro cuándo un cuerpo está en reposo, y cuándo está en movimiento. Pero ¿es realmente así? Qué os parece si los ponemos a prueba, a ver qué opinan de las siguientes situaciones (u otras que creáis interesantes de plantear):

- una persona que va sentada en un autobús, ¿estará en reposo o en movimiento?
- un libro sobre una mesa, ¿estará en reposo o en movimiento?

#### Dinámica de la actividad

Divide al alumnado en dos grupos, unos defenderán la hipótesis del reposo y otros del movimiento. Tendrán que dar los pasos necesarios, siguiendo el **método científico** para demostrar su hipótesis, siguiendo el esquema de la actividad.

Tras sus conclusiones podemos introducir el concepto de **observador**, o **sistema de referencia** desde el que se observa, y de que se puede afirmar que el reposo es relativo, ya que dependerá de la persona o lugar desde donde se observe.

En el primer caso no es lo mismo lo que observa otra persona que viaja en el mismo autobús, para el que estará en reposo, que si el observador está en la calle y ve pasar el autobús, para el cual estaría en movimiento. Lo mismo ocurre con el ejemplo del libro. Para un observador que se encuentre en la misma habitación estará en reposo, pero ¿qué pasaría si pudiéramos mirar desde la estación espacial hacia esa habitación, o desde la superficie del Sol? En ese caso estaría en movimiento. O, ¿quién se mueve en este caso?

Este debate puede ser muy interesante e interminable, y podemos pedir a los alumnos que intenten buscar algún ejemplo de **reposo absoluto**. ¿Existe ese ejemplo? Como conclusión conjunta tendríamos que llegar a que no existe el reposo absoluto, ya que depende del observador o sistema de referencia que se tome para observarlo.

Llegados a este punto ¡hemos dado nuestros primeros pasos en la comprensión del mundo que nos rodea!

### Actividad 2. Aclaremos conceptos: reposo- fuerza- equilibrio de fuerzas -centro de gravedad

Podemos introducir en este momento la primera Ley de Newton “ Un objeto en reposo seguirá en reposo mientras no se apliquen fuerzas sobre él”. Un ejemplo: el mismo libro sobre la mesa, si lo empujo con la mano estoy aplicando una fuerza que lo hace desplazarse pero, ¿es la única fuerza a la que está sometido?

Seguimos planteando preguntas a los estudiantes ¿un libro pesa? ¿sabemos qué es el peso? Y si un libro pesa, ¿cómo es posible que no se hunda en la mesa? O nosotros, si pesamos, ¿por qué no nos hundimos en el suelo? De estas preguntas los alumnos podrán llegar a la conclusión de que la mesa o el suelo hacen también una fuerza que es lo que nos mantiene. Podemos introducir el concepto de fuerza y también el de equilibrio de fuerzas, así como el de magnitud, y dirección y sentido de una fuerza y su carácter vectorial, dependiendo de la edad de nuestro alumnado. Por último, hablaremos del centro de gravedad y de su importancia para el equilibrio con la siguiente actividad.

### **Dinámica para esta actividad (en parejas)**

Pedimos a los alumnos que escojan un lápiz o regla que tengan en su estuche de clase. Lo sujetarán sobre un dedo, aproximadamente por su centro, buscando el punto sobre el cual permanece en equilibrio. En esa vertical estará situado el **centro de gravedad**.

Volvemos a realizar la misma prueba, pero en este caso utilizaremos un rotulador o bolígrafo que tenga una tapa que se pueda quitar. Quitamos la tapa y buscamos el punto donde se mantiene en equilibrio, y lo marcamos.

Ahora ponemos la tapa y antes de repetir el experimento, pedimos a los alumnos que planteen sus hipótesis sobre lo que va a pasar y las apuntamos en la pizarra de la clase. Repetimos el experimento y comprobamos las diferentes hipótesis:

- ¿Qué ha pasado?
- ¿Por qué se ha desplazado el centro de gravedad?
- ¿De qué depende, entonces, el centro de gravedad de un cuerpo?
- ¿Qué otro ejemplo de la vida cotidiana se les ocurre que puede pasar esto?
- ¿Para qué sirve conocer el centro de gravedad de un cuerpo?

Si quisiéramos hacer el mismo experimento, pero manteniendo en equilibrio un lápiz, por ejemplo, sobre su punta, veremos que es casi imposible. ¿Qué podemos hacer para conseguirlo?

## Relación de experimentos de estática

### Experimento 1. Cálculo del centro de gravedad

#### OBJETIVO

Entender dónde está situado el **centro de gravedad** de un cuerpo, y su importancia para el **equilibrio** y la **estabilidad**. (**equilibrio indiferente**)

#### EDAD RECOMENDADA

**EP:** pueden elaborar figuras geométricas que se estén trabajando en geometría, en Matemáticas. Al tratarse de polígonos regulares es más sencillo encontrar su centro de gravedad.

**ESO-BACH:** pueden trabajar polígonos regulares e irregulares, complicando así el encontrar su centro de gravedad

#### MATERIALES NECESARIOS

- Figuras geométricas (regulares o no) en cartulina, cartón o cualquier otro material con una rigidez suficiente que permita después comprobar su estabilidad sobre un punto.
- Hilo
- Peso (puede ser una goma, bolígrafo,...)
- Lápiz
- Regla
- Clavo fino o alfiler
- Pajita

#### PASOS PARA REALIZAR EL EXPERIMENTO

1. Se preparan las figuras geométricas planas
2. Se sujeta la figura por uno de sus extremos y desde ese punto se suspende el hilo con el peso.
3. Se traza una línea sobre la figura por donde va el hilo
4. Se repite el proceso sujetando la figura por otro extremo.
5. El punto donde se cruzan las dos líneas, es el centro de gravedad.

#### COMPROBACIÓN

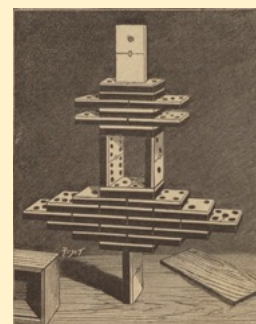
Si hemos hecho el cálculo correctamente, si suspendemos la figura justo por ese punto sobre una pajita, veremos que se mantendrá en equilibrio.

#### UN RETO: TODO UN DOMINÓ EN EQUILIBRIO SOBRE UNA SOLA PIEZA

¿Seréis capaces de construir una estructura con todas las piezas de un dominó mantenidas sobre una única ficha?

Probad diferentes combinaciones y fijáos en cuáles son más estables. ¿Qué se debe cumplir para que se mantenga el equilibrio?

Si no sois capaces de encontrar la solución, mirad en este recurso de la BDH la explicación: **Recreaciones científicas** (pág.103).



## Experimento 2. Hoy no me puedo levantar....

### OBJETIVO

Entender cómo influye el **equilibrio** y el **centro de gravedad** en la postura humana.

### MATERIALES NECESARIOS

- Una silla
- Un voluntario

### PASOS PARA REALIZAR EL EXPERIMENTO

1. Un estudiante se sienta en una silla, con la espalda recta y las piernas formando un ángulo recto
2. Sin mover el tronco hacia adelante, y sin cambiar la posición de los pies intentará levantarse, y ¡no podrá!

### ¿QUÉ HA PASADO?

Una persona que está de pie no se cae ya que la vertical de su centro de gravedad está comprendida dentro de la base de sus pies. Por eso es tan difícil mantenerse en equilibrio sobre un solo pie, ya que su superficie es muy pequeña y tenemos que conseguir que nuestro centro de gravedad quede alineado verticalmente sobre esta superficie.

Cuando estamos sentados, nuestro centro de gravedad se encuentra dentro del cuerpo, cerca de la columna vertebral. Si trazamos una línea vertical hacia abajo, esta línea atravesará la silla hasta el suelo. Por eso, para poder levantarnos, tenemos dos opciones: o llevamos los pies hacia debajo de la silla para que el punto de apoyo quede en la vertical de nuestro centro de gravedad, o movemos el tronco hacia adelante, moviendo por consiguiente nuestro centro de gravedad.

### TRAS ESTE EXPERIMENTO SEREMOS CAPACES DE EXPLICAR....

¿Por qué la Torre de Pisa no se cae?

¿Por qué, para llevar peso en la cabeza, hay que caminar muy erguido?

**UN RETO: SENTARSE SIN SILLA** Imaginaos que estáis muy cansados, pero estáis en un lugar pantanoso. ¿Cómo podréis sentaros todos los de la clase sin mancharos?



Si no se os ocurre cómo hacerlo, consultad el recurso de la BDH **Recreaciones científicas** (pág.102).

¿Os cuesta mantener la posición? ¿Por qué creéis que es?

Y si os quedan ganas para experimentar, atreveos con *El suplicio de Tántalo*, que encontraréis descrito en **La ciencia recreativa** (pág. 167). ¿Seréis capaces de superar este reto?

### Experimento 3. El secreto de los equilibristas

#### OBJETIVO

Entender cómo podemos mover el **centro de gravedad** de un cuerpo para conseguir que esté en **equilibrio estable**

#### MATERIALES NECESARIOS

- Plantilla de equilibrista en cartón o en un material con la rigidez suficiente como para que no se doble . (**Descargar plantilla de equilibrista - Anexo 2**)
- Clips metálicos, plastilina
- Pajitas
- Hilo atado entre dos puntos para que simule la cuerda de un equilibrista (opcional)



#### PASOS PARA REALIZAR EL EXPERIMENTO

1. Intentaremos mantener en equilibrio sobre su cabeza al equilibrista en la pajita o sobre la cuerda, pero veremos que no será posible.
2. Añadir peso a los brazos (por ejemplo clips metálicos o plastilina) para desplazar el centro de gravedad del equilibrista hacia abajo y conseguir que el equilibrio sea estable.

#### ¿QUÉ HA PASADO?

Al añadir peso en la parte inferior de la figura, hemos conseguido situar el centro de gravedad por debajo del punto de apoyo del equilibrista, consiguiendo así un **equilibrio estable** de la figura. Si movemos ligeramente la figura en alguna dirección comprobamos que el equilibrista intenta de nuevo recuperar su posición de equilibrio, balanceándose sobre el punto de apoyo.

#### UN RETO: MANTENER EN EQUILIBRIO UN TAPÓN DE CORCHO MIENTRAS VACIAMOS LA BOTELLA

Para este reto necesitaréis una botella llena de agua con un tapón de corcho y dos tenedores.



Si no se os ocurre cómo conseguirlo podéis consultar el experimento en la BDH, en el recurso **Recreaciones científicas** (pág. 95) ¿Qué ha pasado? ¿Qué tipo de equilibrio habéis conseguido?

Y si os quedáis con más ganas de experimentar, ¿Seréis capaces de conseguir mantener un plato en equilibrio sobre una aguja? Si dudáis de que sea posible, consultad en la BDH el recurso **La ciencia recreativa** (pág. 11) ¿Os atrevéis a reproducir el experimento?



## RECURSOS SOBRE ESTÁTICA

Para profundizar, aclarar conceptos y realizar problemas o más experimentos sobre estática, os recomendamos la siguiente selección de recursos de la BDH.

### Tratado elemental de física

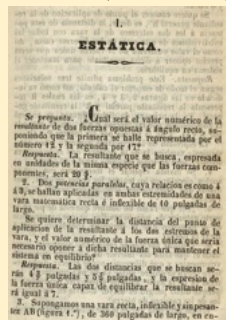
Definición física de centro de gravedad y de los tipos de equilibrio con ejemplos gráficos. Determinación del centro de gravedad (pág. 26-29)



Fig. 91 y 95. — Dominguillos.

### Colección de problemas y cuestiones sobre la física y la química

Problemas de estática (pág. 7- 23)-[ESO-BACH]



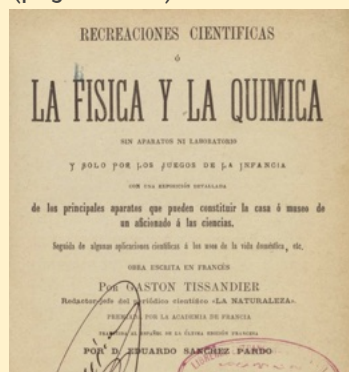
### La ciencia recreativa :100 experimentos

Experimentos sobre equilibrio con utensilios caseros (pág. 11-39)



### Recreaciones científicas ó la física y la química sin aparatos ni laboratorio y solo por los juegos de la infancia

Experimentos sobre equilibrios y centro de gravedad (pág. 94- 108)



## Experimentos de hidrostática

[ 4 SESIONES (1 sesión previa + 1 sesión para cada experimento)]

### Palabras clave

hidrostática, presión atmosférica, presión, fluido, vacío, efecto ventosa, sifón



Fuente de la imagen:

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=24875317>  
(dominio público)

### Dedicado a...

**Evangelista Torricelli** (1608-1647), físico y matemático italiano, fue el primer hombre que midió la presión atmosférica y se le atribuye la invención del barómetro de mercurio.

Fue alumno y secretario de un anciano Galileo Galilei durante sus tres últimos meses de vida, y tras su muerte lo sucedió como profesor de matemáticas de la Academia Florentina.

En su obra *Opera Geometrica*, publicada en 1644 y disponible digitalizada en la BDH, (*De sphaera, et solidis sphaeralibus libri duo et de dimensione parabolae solidigine hiperbolici problemata duo: cum appendice de dimensione spatii Cycloidalis et Cochleae*) expuso sus descubrimientos sobre la mecánica de fluidos y el movimiento de proyectiles.

¿Sabíais que un cráter en la Luna y el asteroide 7437 llevan su nombre?

### Pero, ¿qué es la hidrostática?

La **hidrostática** perteneciente a la rama de la física conocida como hidráulica, estudia los fluidos en reposo. En este apartado nos centraremos especialmente en entender el efecto de la presión atmosférica sobre cualquier cuerpo inmerso en la atmósfera, tal y como lo está cualquier objeto sumergido en un fluido (líquido, gas o plasma).

### Actividades para aclarar conceptos

No somos conscientes de que vivimos sumergidos en un fluido, la atmósfera, ni de que este fluido ocupa lugar. Parece que el no verlo pone a prueba su existencia, o quizás el que lleve ahí siempre. Por eso, antes de comenzar los experimentos de este bloque vamos a poner a prueba a los estudiantes para ver qué respuestas son capaces de dar a situaciones cotidianas.

### Actividad 1. ¿Un refresco para comenzar?

Todos hemos tomado, en algún momento de nuestras vidas, alguna bebida con una pajita: una limonada, un refresco, un zumo, agua,... Unos líquidos eran más densos que otros y también las pajitas eran de diferentes diámetros, por lo que seguro que hemos notado que en unos casos nos costaba más que en otros beber. Pero, ¿nos hemos preguntado en algún momento cómo es posible que el líquido ascienda? ¡Que vuelen las hipótesis!

#### Dinámica de la actividad (por parejas)

Cada pareja plantea su hipótesis sobre lo que ocurre (no es necesario realizar el experimento), y buscan una explicación física que explique el ascenso del líquido.

Tendrían que llegar a la conclusión de que, cuando aspiran el poco aire que hay dentro de la pajita, se crea un pequeño vacío. Al no haber aire que mantenga al líquido en su nivel inicial (consecuencia de la presión atmosférica) este asciende a través de la pajita. No hay nada que lo contenga o frene porque la presión en el interior es menor que en el exterior de la pajita.

Es momento de introducir estos conceptos de vacío, atmósfera, presión atmosférica,... para que sirvan de base para el resto de experimentos.

### Actividad 2. ¿Podemos girar un vaso lleno de agua tapada con un papel sin derramar nada?

Parece un experimento muy difícil, pero en este caso, la presión atmosférica jugará a nuestro favor y nos ayudará a conseguirlo. Antes de pasar a la actividad, dejemos que los alumnos piensen cómo podrían hacer este experimento, incluso que hagan alguna práctica (¡en un lugar donde no importe que se derrame agua!)

#### Dinámica de la actividad (por grupos)

Para que este experimento tenga éxito es importante que el vaso esté lleno a rebosar. Se puede utilizar cualquier papel, pero si es firme mejor, porque facilitará que no se doble durante la manipulación en el experimento. Solo hay que colocar el papel como tapa y girar el vaso, y si lo hemos hecho correctamente veremos que podemos quitar la mano que sujeta el papel y este no caerá. ¿Increíble, verdad?

Esto se debe a que la presión atmosférica es capaz de sostener una columna de agua de 10 m (experimento de Torricelli), por lo que unos centímetros no le supone ningún esfuerzo.

Si tenéis tiempo y más ganas de experimentar, atreveos con los experimentos sobre presión atmosférica que encontraréis en la obra **La Ciencia Recreativa** (pág.99)

Y recordad que la presión atmosférica actúa en todas direcciones. ¡Por eso son posibles experimentos como este!

## Relación de experimentos de hidrostática

### Experimento 1. Ascensión del agua en un vaso boca abajo

#### OBJETIVO

Descubrir el efecto de la presión atmosférica en los líquidos

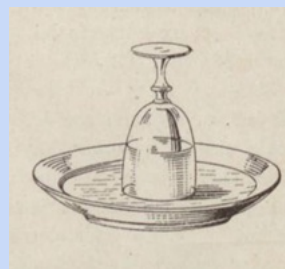
#### MATERIALES NECESARIOS

- Vaso o copa (transparente)
- Plato
- Agua
- Vela o un trozo de papel para quemar

#### PASOS PARA REALIZAR EL EXPERIMENTO

Extraído de **Recreaciones científicas** (pag. 54).

“...Una copa con agua y un plato soperero bastan para comenzar nuestros experimentos. Vierto el agua en el plato y pego fuego á un papel dispuesto sobre un pequeño flotador de corcho, y en seguida cubro la llama con la misma copa, que al efecto invierto. ¿ Qué sucede entonces? Que el agua sube dentro de la copa, alcanzando un nivel más alto que en el plato.”



#### ¿QUÉ HA PASADO?

La combustión del papel (serviría también una pequeña vela) consume una parte del aire creando un relativo vacío (no es completo). La presión atmosférica actúa sobre el agua del plato, produciendo su ascensión dentro de la copa, ya que al no haber casi aire dentro la presión es menor y no opone resistencia a que suba el agua.

#### UN RETO: ¿Es posible introducir un huevo duro dentro de una botella?

Necesitaremos una botella (mejor de cuello ancho), un huevo duro y un trozo de papel para quemar. ¿Os imagináis cómo es el experimento? ¿Será posible? Si tenéis alguna duda sobre cómo realizarlo, consultad la explicación en **Recreaciones científicas** (pág. 57) o en **Ciencia recreativa** (pág. 178)



Este experimento también lo podéis realizar con un pequeño globo que no esté del todo inflado para que no explote. Si además untáis con un poco de aceite la superficie del globo, facilitaréis que pueda introducirse en la botella.

Y hablando de globos, ¿es posible inflar un globo dentro de una botella y que no se desinflen aunque no esté sellado? ¿Cómo nos puede ayudar la presión atmosférica?

## Experimento 2. Una versión de los hemisferios de Magdeburgo con desatascadores

### OBJETIVO

Comprender el efecto de la presión atmosférica sobre los cuerpos, y cómo funcionan las ventosas.

### MATERIALES NECESARIOS

- Dos desatascadores de cocina (o dos ventosas)
- Dos alumnos voluntarios

### PASOS PARA REALIZAR EL EXPERIMENTO

Juntamos los desatascadores y los presionamos para sacar la mayor cantidad de aire posible. Los dos voluntarios tirarán de los mangos en sentidos opuestos, a ver si son capaces de separarlos.

Si con la fuerza no podemos separarlos, ¿cómo lo podríamos hacer?

### ¿QUÉ HA PASADO?

Al sacar el aire comprendido entre los desatascadores, hemos conseguido que en el interior se haga, prácticamente, el vacío. La presión atmosférica oprime en todas las direcciones la superficie de los desatascadores, haciendo que estén pegados, y como no hay aire en su interior no hay nada que pueda compensar esta presión. Para separarlos basta con hacer una hendidura en la unión para que vuelva a entrar el aire y compensar la presión externa.

Si os animáis a realizar otra versión de este experimento con copas (o vasos) podéis ver los pasos y la explicación en la obra **Ciencia recreativa** (pág. 173), en el experimento titulado *Dos vasos adheridos*. También encontraréis una explicación del experimento de los hemisferios de Magdeburgo.



### UN RETO. ¿Podemos elevar un plato con una zanahoria?

Quien dice una zanahoria, dice una patata, un rábano,...

Solo necesitaréis el tubérculo elegido y un plato. ¿Cómo lo conseguiréis?

Más pistas en el experimento de *El rábano ventosa*, en **Ciencia recreativa** (pág.174)



Y si queréis experimentar con más tipos de ventosas, seguid realizando los experimentos que aparecen en la misma obra a continuación. Son muy fáciles, ¡y divertidos!

### ¿Y levantar una copa o un vaso con la mano abierta?

El vaso o copa tiene que contener agua, pero ¡no vale colocarlo sobre la palma! tendremos que jugar con el efecto ventosa que hemos experimentado. Si tienes alguna duda de cómo hacerlo, encontrarás la explicación en **La ciencia recreativa** (pág. 103)

### Experimento 3. Vaciar una copa sin volcarla.

#### OBJETIVO

Entender el principio de los vasos comunicantes

#### MATERIALES NECESARIOS

- vaso
- agua
- tubo flexible, pajita, trozo de hilo...

#### PASOS PARA REALIZAR EL EXPERIMENTO

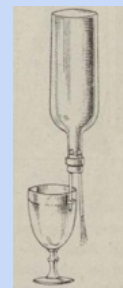
En este caso, tenemos muchas variantes para conseguir vaciar un vaso o copa llena de agua sin volcarla, por lo que puede ser un buen momento para que el alumnado ponga a prueba su capacidad inventiva para diseñar un experimento que demuestre su hipótesis sobre lo que está sucediendo. Os sugerimos consultar la variedad de opciones explicadas en **Ciencia recreativa** (pág. 184-188) en el apartado titulado *El sifón*, y *El cordel sifón*.



#### ¿QUÉ HA PASADO?

En todos los casos, el tubo funciona como un sifón. Cuando conectamos dos vasos por un tubo, el traspase cesa cuando el líquido alcanza el mismo nivel en ambas copas, como en unos vasos comunicantes.

Lo que es importante en todos los casos es que el tubo esté lleno del líquido que se trata de verter o traspasar. En el caso del cordel, este se tendrá que empapar primero.



#### UN RETO: ¿Es posible vaciar una copa con una botella llena?

**Una pista:** utiliza las experiencias anteriores sobre sifones para diseñar un experimento que demuestre que es posible, y si surgen dudas, consulta el experimento *Con una botella llena vaciar una copa*, en **Ciencia recreativa** (pág. 189). Ingenioso, ¿verdad?

## RECURSOS SOBRE HIDROSTÁTICA

Para profundizar, aclarar conceptos y realizar problemas o más experimentos sobre hidrostática, os recomendamos la siguiente selección de recursos de la BDH.

### Tratado elemental de física

Capítulo dedicado a la hidrostática (pág. 46-51)

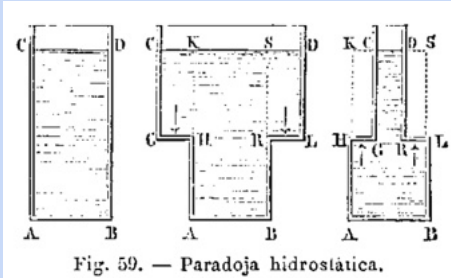
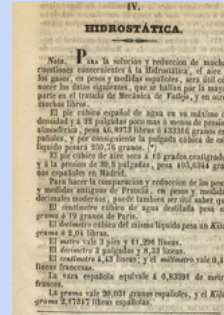


Fig. 59. — Paradoja hidrostática.

### Colección de problemas y cuestiones sobre la física y la química

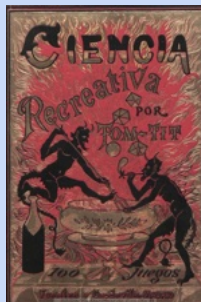
Problemas de hidrostática (pág.38-47)  
[ESO-BACH]



### La ciencia recreativa :100 experimentos

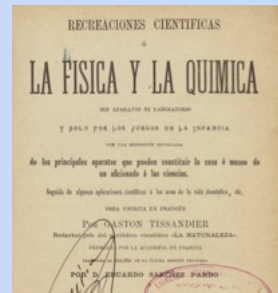
Selección de experimentos:

- El sifón torniquete (pág. 75)
- El tapón rebelde (pág. 89)
- La presión atmosférica (pág.99)
- El péndulo en movimiento (pág. 101)



### Recreaciones científicas ó la física y la química sin aparatos ni laboratorio y solo por los juegos de la infancia

Experimentos sobre la presión del aire (pág. 54-108)



### Ciencia recreativa: Enigmas y problemas, observaciones y experimentos, trabajos de habilidad y paciencia

Sencillos experimentos sobre el sonido (pág. 195- 207)



## Experimentos de acústica

### Palabras clave

acústica, sonido, ondas, vibración, medio físico o material, grave, agudo, frecuencia, reflexión, eco, resonancia



Fuente de la imagen:  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Marin\\_mersenne.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Marin_mersenne.jpg)  
(dominio público)

### Dedicado a...

**Marin Mersenne** fue un sacerdote, matemático, teólogo y filósofo francés del siglo XVII que estudió diversos campos de la teología, matemáticas y la teoría musical, por los cuales se le considera el padre de la acústica.

Fue amigo de Descartes, con el que estudió matemáticas, y mantuvo correspondencia con personajes tan conocidos como Galileo Galileo o Pierre de Fermat.

Se le recuerda especialmente por los números que llevan su nombre, los **números primos de Mersenne**.

Su tratado sobre la música y la práctica de la música ***L'Harmonie universelle (1636)***, de los que en la BDH podemos encontrar dos volúmenes digitalizados, es una extraña mezcla de astronomía, física y música, que ponen de manifiesto la genialidad de su autor.

### Pero, ¿qué es la acústica?

La **acústica** es la rama de la física que estudia la producción, transmisión, almacenamiento, percepción o reproducción del sonido. El sonido es consecuencia de un fenómeno vibratorio en el que se producen ondas mecánicas, que se propagan a través de un medio material (fluido o sólido).

### Actividades para introducir conceptos

Antes de comenzar con los experimentos, os proponemos realizar estas actividades introductorias que ayuden a introducir y comprender los conceptos clave de este bloque.

#### Actividad 1. ¿Cómo se transmite la vibración en un medio físico?

Vamos a hablar de vibración, sonido, medio por el que se transmite el sonido, e incluso podemos aprovechar para introducir el concepto de onda y frecuencia, según la edad de vuestro alumnado. Os proponemos que comencéis cuestionando una situación en la que todos seguros se han visto reflejados alguna vez, y más en estos tiempos en los que es tan normal enviar audios para comunicarse o grabarse en vídeo. Plantead lo siguiente:

*Seguro que cuando os escucháis hablar en alguna grabación, pensáis que no se parece en nada a vuestra voz, que suena muy diferente, más aguda que como os escucháis normalmente al hablar. ¿A que sí? Y, ¿sabéis por qué ocurre eso?*



¡A ver qué responden!

Una vez hayan opinado y formulado sus hipótesis, podéis pasar a la explicación.

*Todo tiene que ver con el medio por el que se desplaza nuestra voz. Cuando escuchamos una grabación, el sonido se desplaza a través del aire para llegar a nuestros oídos, pero cuando hablamos, ¿cómo se transmite esa vibración? Por un lado, sí que nos llega también desde el aire que nos rodea, pero realmente lo que escuchamos es la vibración que se transmite desde nuestras cuerdas vocales a través de nuestro cuerpo (huesos, sangre, tejidos,...). Nuestros huesos, además, producen un perfecto efecto de caja acústica, como en los equipos de sonido más modernos, mejorando las vibraciones de menor frecuencia, y es por eso por lo que escuchamos nuestra voz mucho más grave que en una grabación. Pero vamos a comprobar que, efectivamente, el sonido cambia según el medio por el que se transmite con esta sencilla actividad.*

### **Dinámica de la actividad (por parejas)**

Vamos a reproducir uno de los experimentos sobre acústica del libro **Recreaciones científicas** (pág. 115). El alumnado tendrá que traer para este día el material necesario para llevarlo a cabo. Este sencillo experimento se puede adaptar utilizando cualquier objeto metálico.

*"Atando con un hilo una cuchara de plata ó de metal blanco, si se introducen los dos cabos del hilo, uno en cada oído, cual indica la figura 67, y al propio tiempo se hace que oscilando la cuchara tropiece en el borde de una mesa, la trasmisión del sonido en el momento del choque es tan intensa que parece oírse la campana de una catedral"*

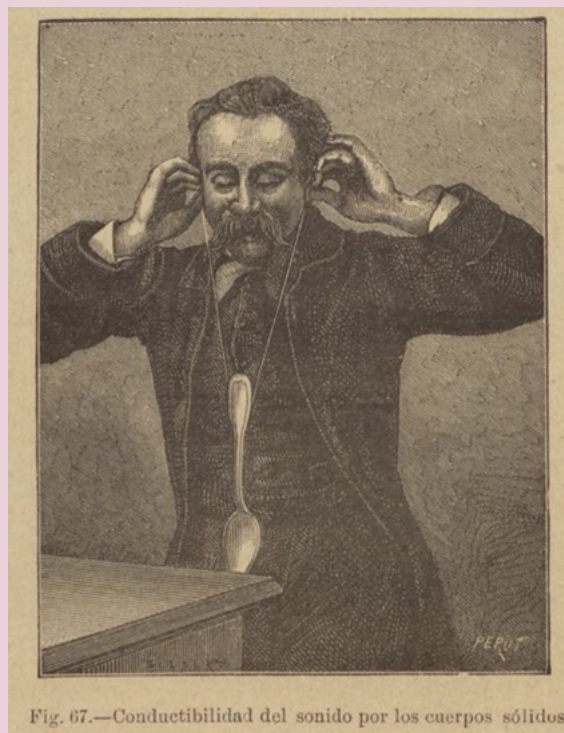


Fig. 67.—Conductibilidad del sonido por los cuerpos sólidos.

Vamos a comparar este sonido con el que produce este mismo objeto al golpearlo (con la misma intensidad) contra la mesa, pero escuchando directamente su sonido, sin el hilo. ¿Qué observamos? ¿Cómo ha cambiado el sonido respecto al que oíamos antes?

En el primer caso, la vibración del objeto se ha transmitido a través de medios sólidos: la cuerda, nuestros dedos, los huesos de nuestra cabeza,... hasta que llega al oído, la fantástica caja acústica que potencia los graves y que comentábamos al inicio de esta actividad. Podemos decir que la vibración es más eficiente, que se aprovecha más, para entendernos. Sin embargo, cuando hemos golpeado directamente sobre la mesa y el sonido ha viajado por el aire, el sonido ha sido más agudo, lo mismo que ocurre con nuestra voz grabada.

*"Cuanto más denso es un cuerpo, mejor propaga el sonido, por cuya razón los sólidos le conducen mejor que los líquidos y que los gases"* (**Elementos de física** (pág 80))

Podéis experimentar con otros objetos, metálicos o no, y observar lo que ocurre para cada tipo de material. Animad al alumnado a que formule hipótesis sobre lo que pasará antes de experimentar, y comprobemos si son buenos observadores.

## Actividad 2. Teléfono de cuerda

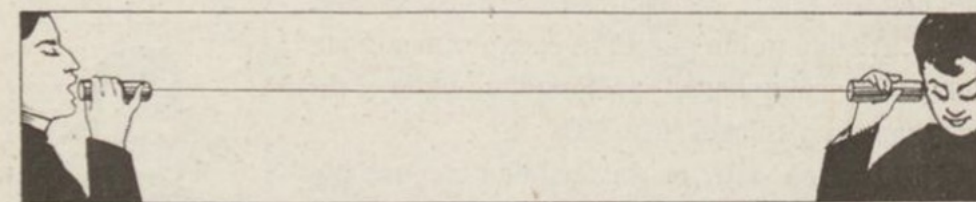
Tras esta primera actividad y si disponéis de tiempo, podéis realizar el famoso juego de los teléfonos, al que seguro que todos hemos jugado en alguna ocasión de nuestras vidas. Dependiendo del tiempo disponible, podéis tener preparados un par de "teléfonos", o bien construirlos en clase. De esta actividad no es tan importante el hecho de "jugar" en sí, sino el experimentar con diferentes variables y buscar una explicación física razonable sobre lo que están experimentando.

### Dinámica de la actividad

Necesitaréis disponer de los materiales necesarios para hacer varios juegos de teléfono. Podéis variar la longitud del hilo y el material de los vasos que se utilicen como "teléfono" (lata, cartón, plástico, ...). La explicación para su construcción la podemos consultar en el libro de **Recreaciones científicas** (pág. 115), a continuación del experimento anterior:

*"Este experimento explica perfectamente la transmisión de palabra por medio del teléfono de cuerda, otro aparato que cualquiera puede fabricar muy fácilmente con sólo adaptar unas rodajas de cartón al fondo de dos cilindros de hoja de lata, gruesos como el tubo de una lámpara, y de unos 10 centímetros de altura. Si se reúnen los dos cartones con un torzal de seda de 15 á 20 metros de largo, se podrá transmitir la palabra de uno á otro extremo de la cuerda: el que habla lo ha de efectuar en uno de los cilindros, mientras el que escucha aplica al otro el oído."*

También disponible en el libro **Ciencia Recreativa** (pág. 197)



Una vez contruidos, se puede dejar que el alumnado experimente, y comentar lo que observan:

- ¿Funciona igual cuando el hilo está relajado o tenso? ¿Por qué?
- ¿Con todos los materiales funciona igual? ¿Qué condiciones deben cumplir los teléfonos para realizar una afirmación de este tipo? (En este caso sería importante intentar reproducir el experimento con la misma longitud, grosor y material para el hilo, misma forma y tamaño de los vasos,...)
- ¿Cómo podemos explicar que se transmita el sonido?

## Relación de experimentos de acústica

### Experimento 1: El secreto de los paraguas

#### OBJETIVO

Descubrir cómo se produce el eco y su relación con la reflexión de las ondas.

#### MATERIALES NECESARIOS

- Dos paraguas iguales
- Tres voluntarios

#### PASOS PARA REALIZAR EL EXPERIMENTO

Extraído del libro de **Ciencia Recreativa** (pág. 199), experimento 381

*"Enfrentados dos paraguas, abiertos y mojados, de manera que sus palos se hallen exactamente en la prolongación uno de otro, aunque la distancia entre ambos sea de varios metros, se puede hablar en voz baja junto al varillaje de uno de ellos y escuchar aplicando el oído en el correspondiente punto del otro, sin que una tercera persona situada entre ambos interlocutores pueda enterarse de su conversación"*

**Recomendaciones:** la tela tiene que estar bien tensa, y si se moja se mejora el efecto. Hablar y escuchar a unos 30 cm de la cúpula del paraguas, pegados al mango.

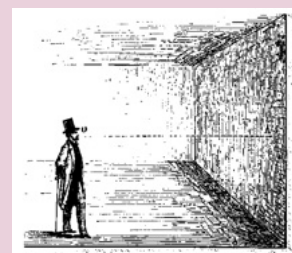


#### ¿QUÉ HA PASADO?

Cuando las ondas sonoras encuentran un obstáculo se reflejan, como ocurre cuando se produce el eco.

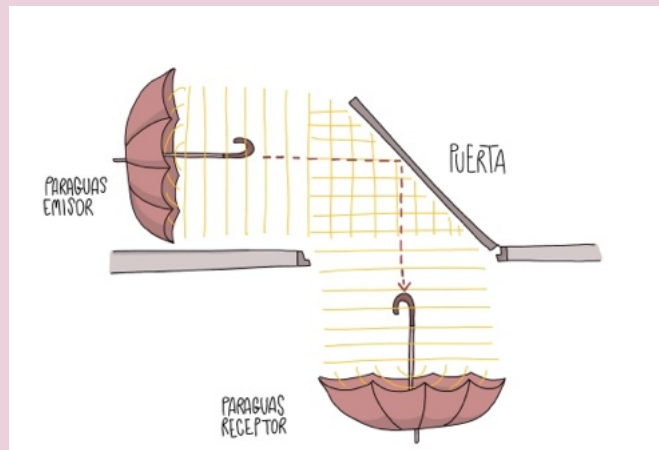
En el libro **Tratado elemental de física** (pág 354) se explican las condiciones necesarias para que se produzca el eco.

¿Sabíais que: *"..El eco puede ser monosilábico cuando no repite mas que una silaba ó polisilábico cuando repite varias : se citan ecos que repiten hasta 20 palabras...?"*



**UN RETO:** ¿Podemos conseguir el mismo efecto si cada paraguas está en una habitación diferente, de forma que no se encuentren en la misma línea? (si prolongamos los mangos forman 90°)

Pide a los alumnos que formulen su hipótesis sobre lo que pasará y realicen este experimento. ¿Qué tendrán que hacer para conseguir que el sonido se transmita de un paraguas a otro? En este caso, la clave está en la puerta (o en una superficie plana similar). Tendremos que conseguir colocarla de forma que refleje las ondas sonoras hacia el otro paraguas, como si fuera un espejo, y eso lo conseguiremos si entornamos la puerta 45°. ¿Con otro ángulo funcionaría igual?



## Experimento 2: la copa vibrante

### OBJETIVO

Demostrar que todo cuerpo que suena, vibra.

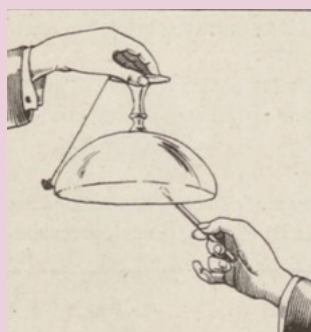
### MATERIALES NECESARIOS

- Una copa de cristal
- Hilo
- Un botón, un trozo de corcho,...
- Agua

### PASOS PARA REALIZAR EL EXPERIMENTO

Extraído de **Ciencia recreativa** (pág. 195), experimento 374. Primero vamos a comprobar que la copa vibra y produce sonido.

*"...basta suspender de su pie, mediante un hilo, un botón de calzado, de manera que puesta la copa boca abajo, el botón se ponga en contacto con sus paredes. Golpeando la copa con el lápiz o con la pluma, se percibirá el sonido producido y al mismo tiempo se verá saltar el botón como si lo repeliera la copa"*



Ahora llenamos la copa con agua. Frotamos el borde despacio y de forma suave. ¿Qué observamos? ¿Y si nos mojamos el dedo? ¿Y si cambiamos la cantidad de agua?

### ¿QUÉ HA PASADO?

Lo que repele y hace saltar el botón son las vibraciones que realiza la copa.

En el segundo caso, al frotar repetidamente el borde de la copa, conseguimos que vibre y se escucha un sonido. Esto se debe a que la copa entra en resonancia. Si mojamos el dedo en agua conseguimos aumentar el rozamiento, desempeñando la misma función que la resina que se da al arco de un violín.

### UN RETO: ¿Sabéis cómo se comprobaba antiguamente la validez de las monedas de plata?

Tiene que ver con el sonido que producían. Si no se os ocurre, en la obra de **Ciencia recreativa** (pág. 200) se explican dos maneras diferentes. ¿Podéis reproducir estos experimentos?



### Experimento 3: Gama musical

#### OBJETIVO

Entender el efecto de la resonancia y cómo podemos afinar para conseguir sonidos determinados.

#### MATERIALES NECESARIOS

- Copas o vasos de cristal
- Agua

#### PASOS PARA REALIZAR EL EXPERIMENTO

Extraído del libro **Ciencia recreativa** (pág. 204), experimento 395: Resonancia en las copas vibrantes. "Llenando más o menos de agua una copa, varía el sonido que produce si se la golpea. Disponiendo una serie de copas más o menos llenas de agua para que cada una corresponda a diversa nota, y eligiendo convenientemente estos sonidos, se puede llegar a la interpretación de sencillos y aun de complicados aires musicales.

*Para que las copas suenen basta golpearlas con una varilla; pero el sonido más puro se obtiene frotando sus bordes con el dedo mojado"*



#### ¿QUÉ HA PASADO?

El sonido emitido depende de diversos factores como el tamaño de la copa, el grosor del cristal y su calidad, o el volumen de líquido añadido. Cuanta más agua se vierta, más baja será la frecuencia de vibración, haciendo que el sonido sea más grave. El tono emitido se puede controlar para producir los sonidos que buscamos: se puede rellenar una copa parcialmente hasta afinar una nota musical determinada.

Al frotar el borde de la copa, esta vibra y entra en resonancia, que es un fenómeno físico que se produce cuando se somete un cuerpo vibrante a la acción de una fuerza periódica. Al llenar las copas con cantidades distintas de agua, cada una oscilará según una frecuencia que determina la nota que sonará.

#### UN RETO: ¿seremos capaces de construir un instrumento musical con tablillas de madera?

En los instrumentos de viento, como el trombón, se cambia la longitud de los tubos. En los instrumentos de cuerda, como el violín, se varía la longitud de las cuerdas. Y en los de percusión, como el xilófono, se juega con la longitud de las barras que se golpean.

*"El número de vibraciones de las placas se aumenta con el grueso y se disminuye cuando aumenta la superficie"* (Vibraciones de las varillas y placas, en **Elementos de física** (pág. 82))

#### PARA AMPLIAR

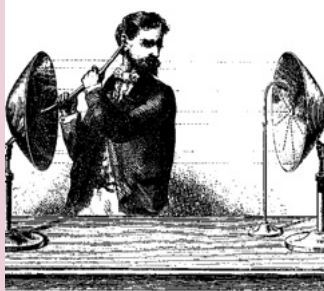
Si queréis ampliar vuestros conocimientos de Acústica, y profundizar en las cualidades del sonido, os recomendamos la consulta de la obra **Tratado de física experimental** (pág. 554) donde se explican de forma física conceptos como tono, acorde, escala natural distónica, sostenidos y bemoles, escala absoluta,...

## RECURSOS SOBRE ACÚSTICA

Para profundizar, aclarar conceptos y realizar problemas o más experimentos sobre acústica, os recomendamos la siguiente selección de recursos de la BDH.

### Tratado elemental de física

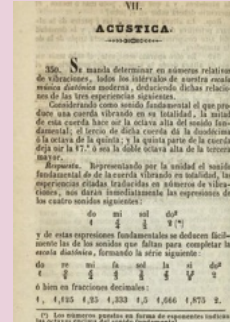
El sonido es vibración, demostrado con diversos experimentos (pág. 344-356)



90. -- Experimento de los espejos conjugados por lo tocado al

### Colección de problemas y cuestiones sobre la física y la química

Problemas de acústica (pág. 66- 74)-[BACH]



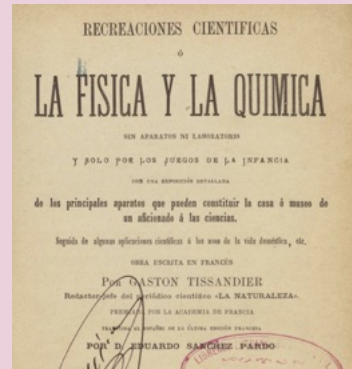
### Elementos de física

Breves y sencillas definiciones de conceptos como acústica, sonido y ruido, velocidad y propagación, eco y resonancia,...(pág.80- 88)



### Recreaciones científicas ó la física y la química sin aparatos ni laboratorio y solo por los juegos de la infancia

Experimentos sobre la transmisión del sonido en diferentes medios (pág. 115- 126)



### Ciencia recreativa: Enigmas y problemas, observaciones y experimentos, trabajos de habilidad y paciencia

Sencillos experimentos sobre el sonido (pág. 195- 207)



## Experimentos de electromagnetismo

### Palabras clave

electromagnetismo, electrostática, electricidad, magnetismo, magnetostática, imán, imantar



### Dedicado a...



Fuente de la imagen:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/William\\_Gilbert#/media/Archivo:William\\_Gilbert.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/William_Gilbert#/media/Archivo:William_Gilbert.jpg)  
(dominio público)

**William Gilbert** (1544-1603), filósofo natural, médico, físico y científico inglés, fue uno de los pioneros en el estudio del magnetismo.

Su principal obra *De Magnete* (1600), que podemos encontrar digitalizada en la BDH (*Tractatus sive phisiologia nova de magnete, magneticisque corporibus et magno magnete*) tuvo gran importancia e influencia por el rigor y detalle con que describió sus experimentos, además de por sus estudios sobre la electricidad estática producida por el ámbar y sus conclusiones sobre el magnetismo terrestre. Puede considerarse la primera gran obra de la física experimental.

En su prólogo destaca la importancia de la experimentación:

*"En el descubrimiento de cosas secretas y en la investigación de las causas ocultas, los experimentos seguros proporcionan y demuestran sólidos argumentos en comparación con probables conjeturas y las opiniones de los especuladores filosóficos de tipo común."*

¿A qué os recuerda esta frase?

### Pero, ¿qué es el electromagnetismo?

El electromagnetismo es la rama de la física que estudia los fenómenos de la electricidad y el magnetismo. Dentro de este se encuentra la magnetostática, que explica los fenómenos físicos vinculados a los campos magnéticos que son constantes en el tiempo, y la electrostática, que estudia las interacciones entre cuerpos cargados en reposo.

### Actividades para introducir conceptos

Tanto la electricidad como el magnetismo son fenómenos difíciles de entender porque no se ven, aunque sí se pueden observar los efectos que producen. Antes de dar paso a los experimentos, comencemos por plantear situaciones cotidianas en las que están presentes la electricidad estática o



el magnetismo, y que pueden servir para introducir los conceptos básicos de electrostática o magnetostática.

### Actividad 1. La energía electrostática

Muchos hemos visto como nuestro pelo se erizaba como por arte de magia, cuando entraba en contacto con alguna superficie, incluso nuestra mano, al deslizarnos por un tobogán, cuando viajamos en un avión o cuando nos acercaban un globo al pelo. Esta magia tiene nombre y se llama energía electrostática. En ***Elementos de física*** encontraréis un capítulo completo dedicado a la electrostática, que la define como: "... fenómenos producidos por la electricidad condensada y en reposo en los cuerpos"

Vamos a reproducir en el aula esta situación para hacer pensar a nuestros alumnos sobre el porqué de este fenómeno.

#### Dinámica de la actividad

[Podéis realizar la actividad en grupos, o en modo demostración para toda la clase]

Necesitaréis cartulina de color oscuro, sal, pimienta molida y una cuchara de plástico (de las de picnic)

Sobre la cartulina se mezcla sal y pimienta, haciendo un montoncito. El reto consistirá en separar estos dos condimentos. ¿A que parece imposible? Pues veréis que, gracias a la ayuda de la electricidad estática, será muy fácil. Sólo tenéis que frotar la cuchara con vuestra ropa o incluso con el pelo, para conseguir cargarla de energía estática, acercarla al montón y, ¿qué creéis que pasará? Antes de realizar el experimento, pedid a los grupos que planteen sus hipótesis.

Acercad la cuchara al montón de sal y pimienta y veréis cómo la pimienta se adhiere a la superficie de la cuchara. Realizando varias pasadas por el montón podremos ir separando los dos ingredientes.

La explicación es sencilla. La pimienta es más ligera que la sal por lo que se siente atraída por la energía electrostática de la cuchara con más facilidad e intensidad.

¿Habéis realizado algún experimento similar? Seguro que muchos habrán experimentado electrizando un bolígrafo frotándolo con la ropa, y después atrayendo pedacitos de papel. Si no lo habéis hecho nunca y disponéis de tiempo, os lo recomendamos. En el ***Tratado elemental de física***, encontraréis cómo reproducir este sencillo experimento. Y si queréis seguir experimentando, probad a desviar un chorro de agua con vuestro bolígrafo electrizado, como se explica a continuación. ¡A que es sorprendente!



### Actividad 2. La fuerza de un imán

Para poner de manifiesto la existencia de los campos magnéticos no hay nada más sencillo que jugar con un imán. Se pueden plantear muchas actividades, desde mover objetos metálicos sin tocarlos hasta incluso hacerlos levitar. Cuando se busca el porqué de estos fenómenos se llega a la conclusión de la existencia de un campo invisible con la capacidad de atraer o repeler objetos metálicos, y con la fuerza suficiente para no necesitar estar en contacto. ¿Magia otra vez? No, magnetismo.

### **Dinámica de la actividad [por parejas o pequeño grupo]**

En este caso, es interesante que el alumnado experimente para que pueda llegar a conclusiones propias.

La experiencia es muy sencilla y sólo se necesita un imán, un vaso con agua y un clip o pieza metálica en su interior. Al alumnado se le plantea la siguiente pregunta ¿es posible sacar el clip sin mojarnos los dedos? Será posible gracias al imán ya que tiene una extraordinaria capacidad de atraer objetos de hierro aún dentro del agua. Solo hay que acercar el imán al vaso y veremos cómo el clip empieza a moverse. Si subimos el imán, el clip se pega a la pared del vaso y también va subiendo a medida que subimos el imán. Una vez fuera del agua ¡podremos cogerlo sin mojarnos!

¿Y cuál es la explicación de esta capacidad? La fuerza magnética del imán pasa a través del agua, del plástico, del vidrio y de muchos materiales más, incluso a través del hierro o el acero, aunque la fuerza magnética pierde su poder cuando pasa a través de estos metales, ya que absorben parte de su fuerza.

En el *Tratado elemental de física* encontraréis una completa descripción de los imanes y su comportamiento.

## Relación de experimentos de electromagnetismo

### Experimento 1. Pompas y electricidad

#### OBJETIVO

Entender qué es la electricidad estática

#### MATERIALES NECESARIOS

- Agua y jabón
- Pajita
- Tela para colocar sobre la mesa
- Hoja de papel o globo inflado

#### PASOS PARA REALIZAR EL EXPERIMENTO



Extraído del libro de **Ciencia Recreativa** (pág. 339), experimento 680 "Déjense sobre la mesa (con tapete de terciopelo o de lana), algunas pompas de jabón. Aproxímeseles, a la distancia de 20 a 30 centímetros, por arriba un papel electrizado: se verá que las pompas pierden la forma esférica para tomar la de elipsoide, con el eje mayor vertical, acercándose al papel (fig. 621), y si éste se les acerca demasiado (10 a 15 centímetros) se elevan atraídas por el papel hasta llegar a su contacto y romperse. La manera de electrizar la hoja de papel se hallará descrita más adelante (número 712)"

Podéis sustituir la hoja de papel electrizado por un globo inflado, que se carga frotándolo con el pelo o con un trozo de lana, y en vez de una tela colocar un poco de jabón sobre la superficie donde se realizará el experimento, que ayudará a que la pompa de jabón no se rompa con tanta facilidad. También podéis hacer el experimento *El papel electrizado* como se explica en **La Ciencia recreativa**. En la pág. 336 de **Ciencia Recreativa** encontraréis una amplia descripción sobre cómo conseguir pompas de jabón, y también de gran tamaño. ¡Es muy sencillo!



#### ¿QUÉ HA PASADO?

Cuando frotamos un globo con el pelo o un trozo de lana se transfieren electrones del globo al otro material, generándose una carga eléctrica en el globo, que se mantiene así durante un tiempo porque es de plástico (material aislante).

Cuando acercamos el globo a la burbuja de jabón, el globo la atrae. Esto se debe a que en el agua (en nuestro caso de grifo) hay iones, o partículas con carga eléctrica, que son atraídas por las cargas que también tiene el globo.

Podéis probar también a colocar dos pompas separadas, y utilizar el globo para desplazarlas y unir las.

**UN RETO:** Supón que introduces una pompa de jabón dentro de otra, ¿qué crees que pasará cuando le aproximes un globo electrizado? Plantea tu hipótesis y demuestra si es correcta o no.

Para este reto os aconsejamos consultar **Ciencia recreativa** (pág. 340), donde se demuestra cómo la electricidad sólo afecta a la pompa exterior, ya que la pompa externa ejerce un efecto similar al de la jaula de Faraday, de manera que impide que las cargas eléctricas del globo actúen sobre la burbuja interna.

Extraño, ¿verdad?



## Experimento 2. Danza de muñecos.

### OBJETIVO

Comprender los efectos de la electrización por frotamiento

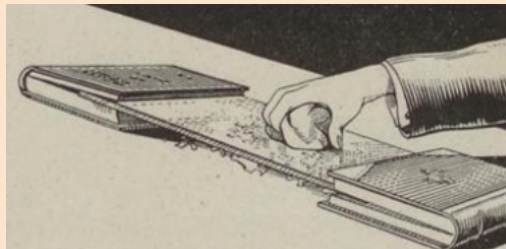
### MATERIALES NECESARIOS

- Vidrio (podría utilizarse también metacrilato)
- Figuras de papel

### PASOS PARA REALIZAR EL EXPERIMENTO

Extraído del libro de **Ciencia recreativa** (pág. 357)

*“Un vidrio plano se sostendrá mediante un par de libros a unos 3 cm de altura sobre la mesa, en una habitación seca por la acción de un brasero o de una estufa, o por darle de lleno el sol. En el espacio comprendido entre la mesa y el cristal se introducirán unos muñequitos recortados en papel de diversos colores, y de unos 2 cm de altura. Con un pañuelo de seda o un trapo de lana se frotará rápidamente el cristal, y en seguida los muñecos, que estaban echados en la mesa, se levantarán, saltarán hasta tocar el techo de cristal, caerán luego, volverán a subir, etc., entregándose a una desconcertante danza.”*



Un experimento similar lo podemos encontrar descrito en **La ciencia recreativa** (pág. 235)

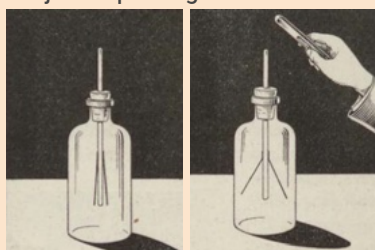
### ¿QUÉ HA PASADO?

La electrización que por el frotamiento adquiere el cristal es el origen de los movimientos de esos muñecos. Las figuras de papel colocadas debajo del cristal son muy ligeras y la atracción eléctrica es suficiente para moverlas.

### UN RETO: ¿Os atrevéis a construir un electroscopio?

Solo necesitaremos un bote de cristal con tapa (mejor de plástico), un alambre grueso, papel de aluminio y un tapón de corcho. Tendremos que hacer un agujero en la tapa del bote para encajar el tapón de corcho. Atravesamos el tapón de corcho con el alambre. Al extremo que queda en el interior le daremos forma de gancho, y al que queda fuera del bote le clavaremos una bola de papel de aluminio. Haremos una tira de papel de aluminio de unos 10cm de largo y 1 cm de ancho, la doblaremos por la mitad y la colgaremos del gancho. Colocamos la tapa en su sitio y ya tendremos nuestro electroscopio, listo para indicarnos qué objetos están electrizados y cuáles no.

En **Ciencia recreativa** (pág.358) encontraréis un electroscopio muy similar y la explicación de su funcionamiento. Probad diferentes objetos que seguro encontraréis alguno que os sorprenderá.



### Experimento 3. ¡A pescar!

#### OBJETIVO

Entender el efecto del magnetismo a través de diferentes materiales y su alcance

#### MATERIALES NECESARIOS

- Un imán.
- Papel.
- Hilo.
- Objetos que contengan hierro.
- 2 palitos o 2 reglas de plástico o madera.
- Un recipiente de plástico

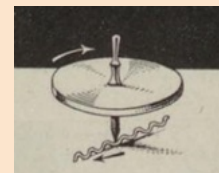
#### PASOS PARA REALIZAR EL EXPERIMENTO

Construye una mini caña de pescar uniendo el imán a un extremo del hilo y atando al hilo a la regla o palito. Envuelve los objetos en papel, que serán los peces a pescar, y colócalos en el recipiente. Se puede experimentar con más o menos capas de papel a ver qué ocurre, y también es interesante que los objetos sean diferentes, e incluso con otros metales. Ahora solo queda pasar el anzuelo a ver ¡cuántos peces somos capaces de pescar!

#### ¿QUÉ HA PASADO?

La fuerza magnética del imán pasa a través muchos materiales, en este caso, a través del papel. También se pueden sumergir en agua, como en la actividad previa de la moneda.

Aprovechando esta capacidad de la fuerza magnética se pueden realizar otros experimentos como el *Teatro de equilibristas* de ***La ciencia recreativa*** (pág. 157) o los del apartado de *Juguetes magnéticos* de ***Ciencia recreativa*** (pág. 353)



#### UN RETO: ¿Podemos levantar varias monedas en cadena utilizando un solo imán?

La respuesta es sí. Las monedas se convierten en imanes al entrar en contacto con un campo magnético (el imán). Por eso podemos levantar varias monedas como de una cadena se tratase, ya que cada moneda atrae a la siguiente. Pero este efecto no es permanente. En cuanto soltemos el imán de la primera moneda, el resto se separará. Y tampoco funciona igual con todas las monedas. ¿Por qué será?

Si queréis saber más sobre este efecto y el alcance de los campos magnéticos, consultad el apartado de *Imanación por influencia* en el ***Tratado elemental de física***.



Fig. 411. — Cadena magnética.

¿Creéis que podremos convertir en un imán un objeto que no lo era? ¿Cómo tiene que ser el objeto?

## RECURSOS SOBRE ELECTROMAGNETISMO

Para profundizar, aclarar conceptos y realizar problemas o más experimentos sobre electromagnetismo, os recomendamos la siguiente selección de recursos de la BDH.

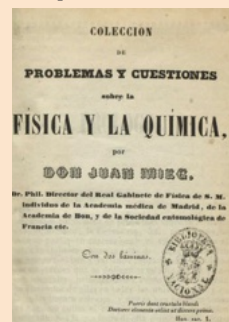
### Tratado elemental de física

Capítulo sobre la electricidad. De interés el apartado dedicado a *Primeros fenómenos eléctricos*, donde se explican conceptos fundamentales de la electrostática (pág. 224-227)



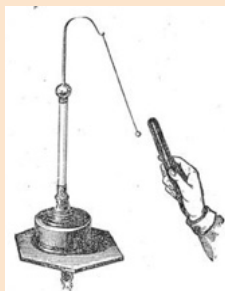
### Colección de problemas y cuestiones sobre la física y la química

Problemas de electricidad y magnetismo (pág. 83-90) -[ESO-BACH]



### Elementos de física

Breves y sencillas definiciones de conceptos relacionados con magnetismo y electrostática (pág.145-157)



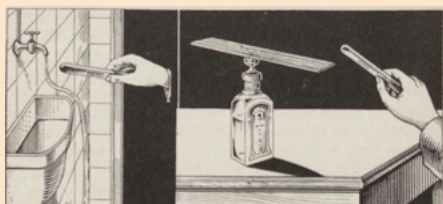
### Recreaciones científicas ó la física y la química sin aparatos ni laboratorio y solo por los juegos de la infancia

Experimentos sobre electricidad y magnetismo (pág. 135-143 )



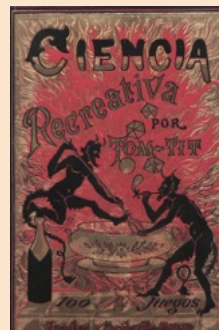
### Ciencia recreativa: Enigmas y problemas, observaciones y experimentos, trabajos de habilidad y paciencia

Experimentos sobre magnetismo y electricidad (pág. 349- 371)



### La ciencia recreativa :100 experimentos

Experimentos sobre electricidad (pág. 161-165, 235-236)



## Para terminar

Esta secuencia didáctica, como hemos indicado al inicio, puede ser puesta en práctica de formas diferentes, bien realizando experimentos de forma individual, seleccionados según los intereses de aprendizaje que tengamos, o bien como un proyecto global en el que participen el mayor número de alumnos, por ejemplo, aprovechando la **Semana de la Ciencia** que se celebra en muchos centros escolares.

Sea cual sea el formato seleccionado, el cuaderno de experimentos donde registran el trabajo de campo tiene que estar presente ya que, junto a la rúbrica de evaluación que proponemos al inicio, puede ayudar a regular y guiar el aprendizaje de los alumnos, y a proporcionarles una mirada científica en aquellos experimentos que lleven a cabo.

Si se elige la opción de crear un **Museo Interactivo de Ciencias**, una de los componentes de este museo puede ser un taller en el que se invite a los visitantes a crear su propio cuaderno de experimentos que después podrán utilizar durante la visita y experimentación en el museo, guiados por los propios alumnos.