

Jean-Pierre Petit

EL ÁMBAR Y EL VIDRIO

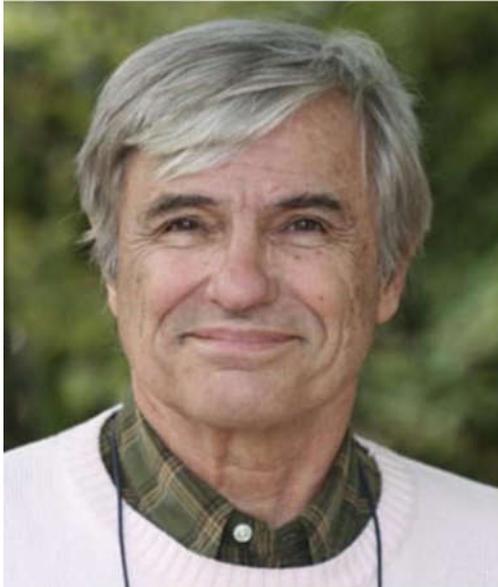
Historia de la electricidad

La tal electricidad no tiene verdaderamente ningún interés. A lo sumo, se trata de una diversión de salón. Si queréis mi opinión, no tiene futuro alguno.



Saber sin Fronteras

Asociación sin ánimo de lucro creada en 2005 y administrada por dos científicos franceses. Su finalidad: difundir conocimientos científicos por medio de historietas en PDF descargables de manera gratuita. En 2020 hemos completado 565 traducciones en 40 lenguas. Y más de 500.000 descargas.



Jean-Pierre Petit



Gilles d'Agostini

La asociación es completamente voluntaria. El dinero donado es usado en su totalidad para retribuir a los traductores.

Para hacer una donación, use el botón de PayPal en la página de inicio:

<http://www.savoir-sans-frontieres.com>



à Vladimir Golubev,
mon frère

a Vladimir Golubev,
mi hermano

PRÓLOGO

¡No, Papy, es una catástrofe!
Anselmo y yo no entendemos
nada sobre **ELECTRICIDAD**.
¡Amperios, voltios, ohmios,
todo eso nos da vueltas en
nuestras pobres cabezas!



¿Qué es lo que
no comprenden?

¡**TODO!**
Ni siquiera qué es una
CORRIENTE ELÉCTRICA.
¡No está explicado en
ninguna parte!

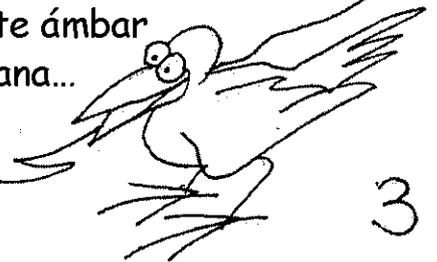
Hijos míos,
si de verdad quieren
comprender qué es la
ELECTRICIDAD, tendrán
que remontarse muy atrás
en el pasado.



Piensen que la palabra electricidad viene del griego **ELEKTRON**, que quiere decir ámbar. Éste es una resina fósil que se encuentra en el norte de Europa, en forma de pequeños bloques amarillos translúcidos que los antiguos usaban para hacer joyas.



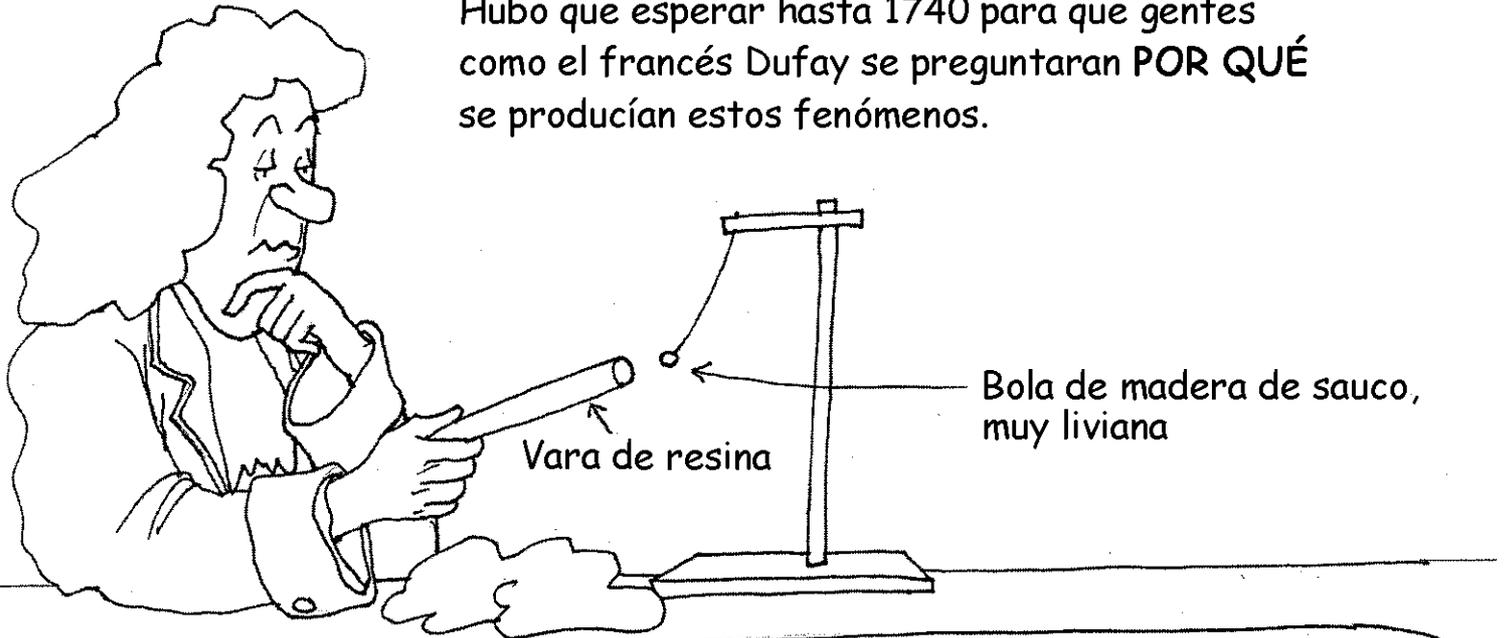
En el siglo V a.C.,
el matemático Tales advirtió
que al frotar este ámbar
con un poco de lana...



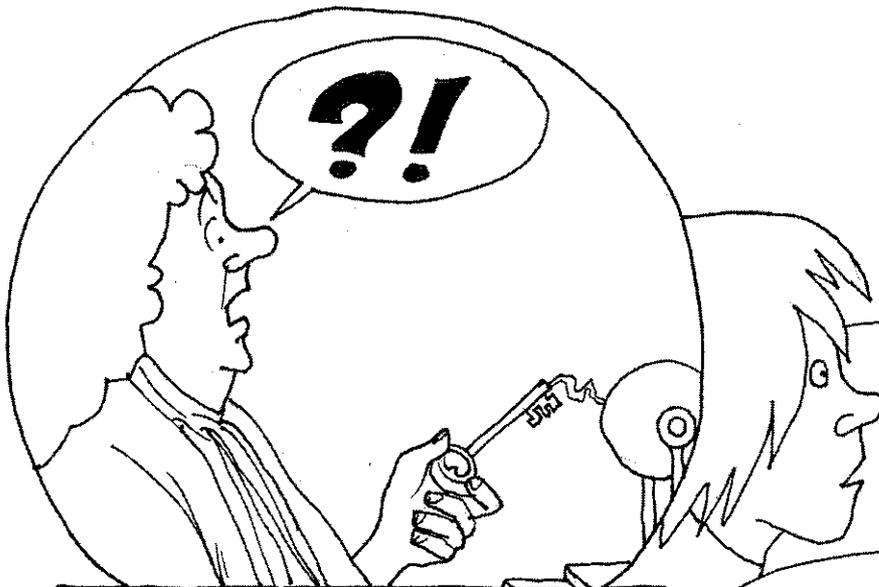
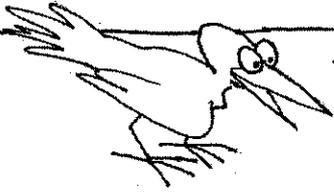
ELECTRICIDAD ESTÁTICA



Hubo que esperar hasta 1740 para que gentes como el francés Dufay se preguntaran **POR QUÉ** se producían estos fenómenos.

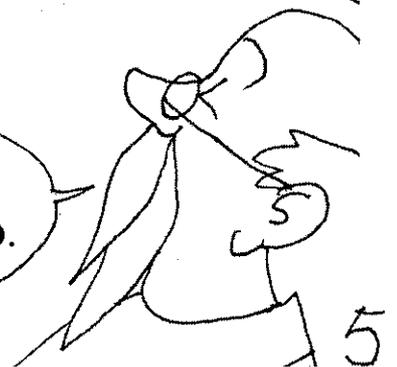
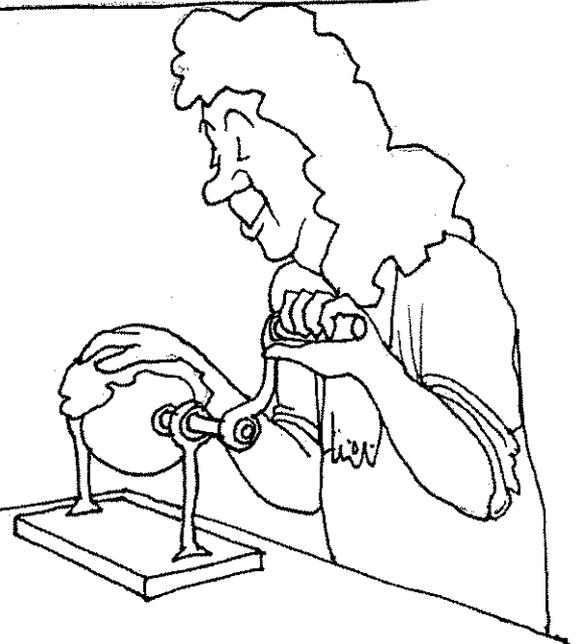


Desde entonces la gente comenzó a ensayar frotando absolutamente todo. Así cayó en cuenta de que no solamente el ámbar y la resina podían ser **ELECTRIZADOS POR FROTAMIENTO**, sino que **TAMBIÉN EL AZUFRE Y EL VIDRIO TENÍAN ESTA PROPIEDAD**. Se construyeron entonces máquinas en las que se introducían esferas o discos de resina, de azufre y de vidrio, las cuales resultaban electrizadas por frotamiento sobre cojinetes de cuero al ser puestas en rotación mediante una manivela.



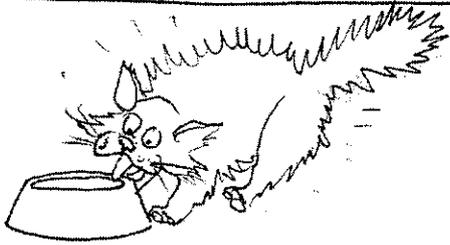
Hasta obtener **CHISPAS** visibles en la oscuridad.

Se le llamó **TRIBOELECTRICIDAD**.

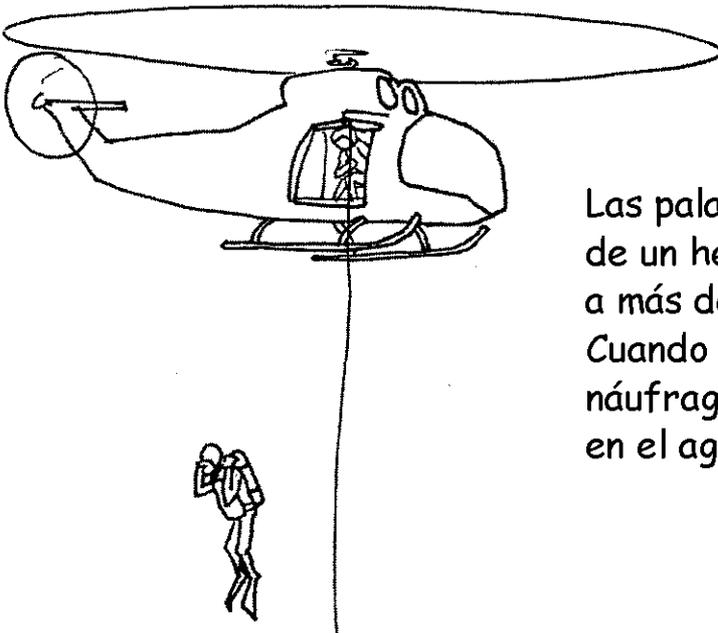




Hay bastantes materiales que pueden ser electrizados por la fricción del aire. En tiempo seco, los neumáticos de los automóviles se cargan y se siente una descarga cuando se tocan las manijas de las puertas. Así mismo, los gatos pueden cargar su cola por frotamiento (*). Un gato eléctricamente cargado, aislado por las almohadillas de sus patas, siente una descarga cuando choca con algo o alguien.



¡Je je!



Las palas en material sintético del rotor de un helicóptero se cargan de ordinario a más de 100.000 voltios.

Cuando los pilotos van al rescate de un naufrago, primero introducen el cable en el agua antes de hacer contacto.

Los buzos saltan al agua desde el helicóptero para evitar ser el conducto a través del cual la máquina se descarga en el agua.

(*) Un gato bien peludo puede cargarse a más de 50.000 voltios y producir lindas chispas en la oscuridad. Pero incluso si siente la sacudida, el daño corporal es insignificante pues la intensidad eléctrica es muy débil.



Se puede producir un fenómeno eléctrico espectacular encerrándose en un cuarto oscuro con un rollo de cinta aislante. Todo consiste en desenrollarlo rápidamente.

¿Desenrollarlo?



Cuando se hala la cinta se produce una intensa luz azulada por el lado en que se despega la cinta.

¡ Es tan intensa que permite leer en la oscuridad !

Pero esa sería una forma bastante poco económica de iluminación.



Sólo algunos materiales pueden ser electrizados por frotamiento. Se puede intentar frotar todos los **METALES** posibles sin obtener el menor resultado.

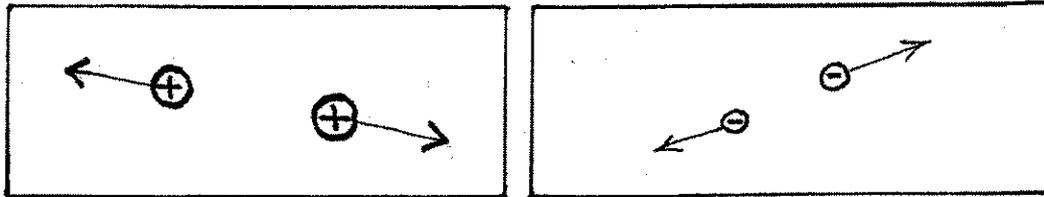
ELECTRIZACIÓN INDUCIDA

Pero se descubrió que éstos -los metales- reaccionaban cuando se les acercaba un objeto cargado eléctricamente, hecho de resina o de vidrio.

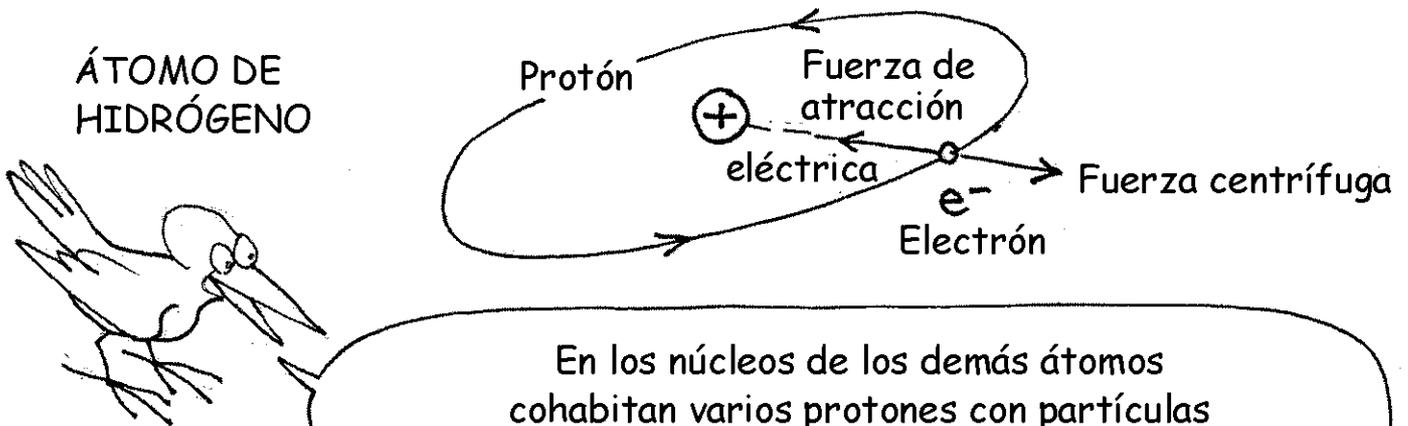


Habría que esperar hasta 1905 para que el neozelandés Ernest Rutherford mostrara que la materia estaba hecha de átomos. Después el danés Niels Bohr los describió como compuestos de un **NÚCLEO**, cargado positivamente, alrededor del cual orbitaban uno o varios **ELECTRONES**, portadores de carga eléctrica negativa.

Las cargas del mismo signo se repelen.

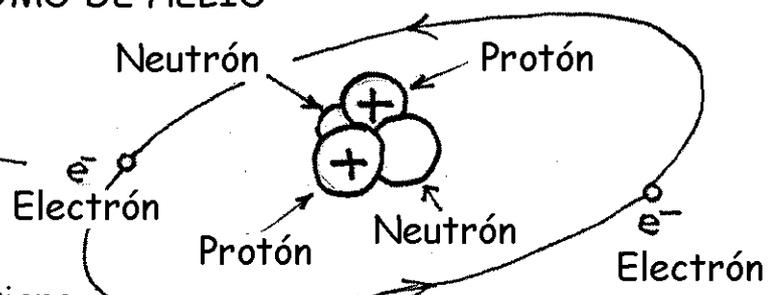
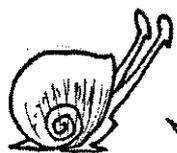


Las cargas de signo contrario se atraen, lo que permite la creación del **ÁTOMO DE HIDRÓGENO**, en el que un electrón orbita alrededor de un núcleo constituido por un único **PROTÓN**, quedando la fuerza de atracción eléctrica (entre cargas de signos opuestos) equilibrada por la **FUERZA CENTRÍFUGA**.



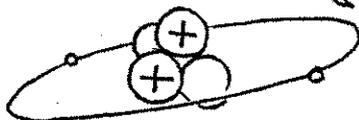
En los núcleos de los demás átomos cohabitan varios protones con partículas eléctricamente neutras, llamadas **NEUTRONES**.

ÁTOMO DE HELIO

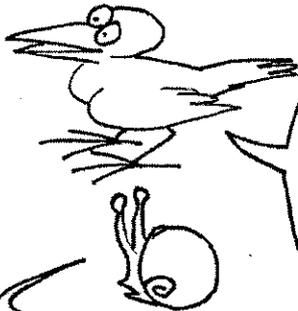


No comprendo. Si partículas con cargas del mismo signo se repelen, ¿qué es lo que mantiene unidos a los dos protones en el núcleo de helio?

Las partículas que componen los **NÚCLEOS** de los átomos se denominan **NUCLEONES**. Su cohesión está asegurada por la **FUERZA NUCLEAR** de atracción, que a corta distancia es mayor que aquella debida a las cargas eléctricas.



Núcleo de helio
2 protones
2 neutrones



En el núcleo de un átomo siempre hay, en general, tantos protones, cargados positivamente, como neutrones, desprovistos de carga eléctrica.

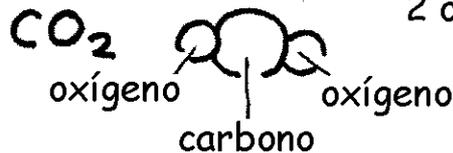
Pero **SIEMPRE** hay tantos protones, con cargas +, como electrones, con cargas -, lo que hace que todos los átomos sean **ELÉCTRICAMENTE NEUTROS**.

En los gases y en los líquidos los átomos se unen para formar **MOLÉCULAS**, constituidas al menos de dos átomos.

Ejemplo, la molécula de oxígeno:



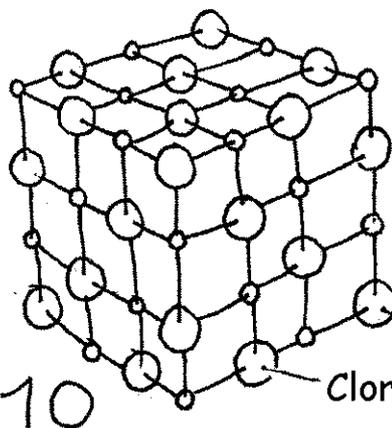
o el dióxido de carbono:



o el agua:



En los **LÍQUIDOS** o los **GASES**, las moléculas se mueven libremente, permaneciendo eléctricamente **NEUTRAS**. En un **SÓLIDO**, los núcleos están fijos los unos con respecto a los otros. En un **METAL**, una parte de los electrones se mueve libremente entre los núcleos fijos.



Sal de cocina
Cloruro de sodio
en el que los núcleos se disponen en una malla cúbica

Sodio

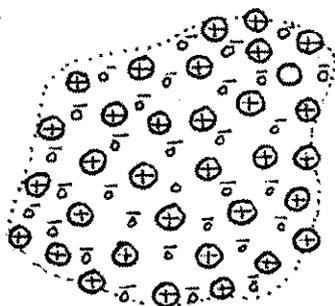
Cloro

10



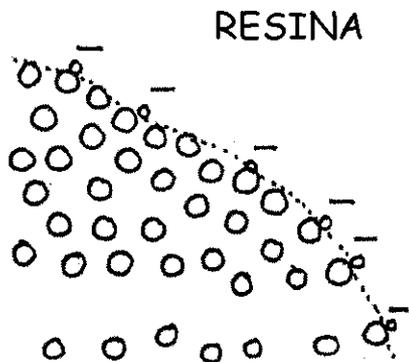
En un **METAL** (en estado sólido), los átomos están fijos los unos con respecto a los otros. Una parte de los electrones se mueve libremente como abejas alrededor de una colmena. Cuando un trozo de metal es abandonado a sí mismo, la densidad de cargas positivas, contenida en los núcleos, y la densidad de cargas negativas, la de los electrones, son iguales. El medio es eléctricamente neutro.

TROZO DE METAL



⊕ Núcleo
 ⋅⁻ Electrón

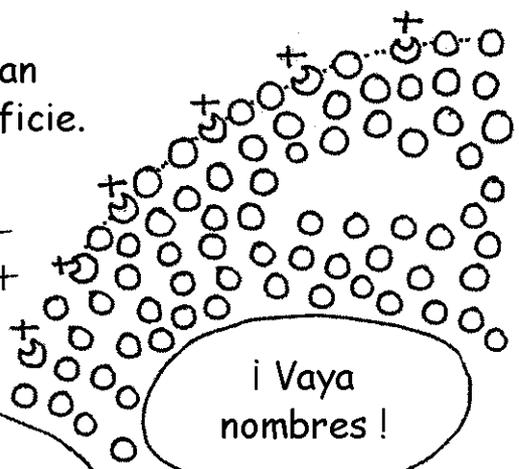
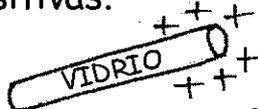
Cuando se frota el ámbar, o la resina, su superficie queda cubierta con electrones adicionales que se adhieren a los átomos y crean una distribución **FIJA** de cargas negativas.



Hasta el descubrimiento de las **CARGAS ELÉCTRICAS** se hablaba de electricidad resinosa.



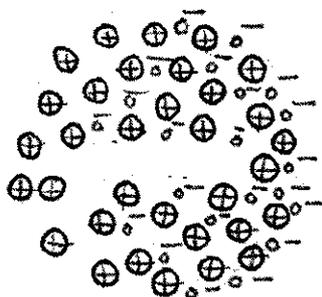
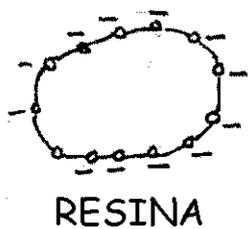
Cuando se frota un pedazo de vidrio se arrancan electrones de los átomos situados en su superficie. Estas **VACANTES** son el equivalente de una distribución **FIJA** de cargas positivas.



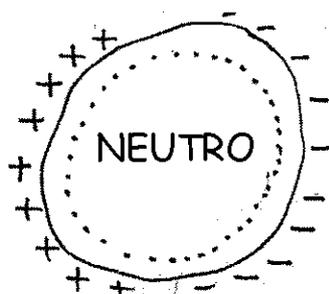
¡ Vaya nombres !



A eso se le llamaba electricidad vítrea.



Si se acerca un trozo de resina, cargada negativamente, a un trozo de metal, los electrones de éste serán repelidos.

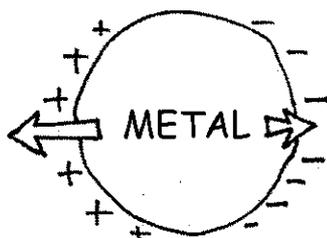


Los fenómenos de electrización inducida se concentran en la superficie, permaneciendo neutro el cuerpo restante del metal. Bajo la acción de las cargas negativas del bloque de resina, todo ocurre como si la cara

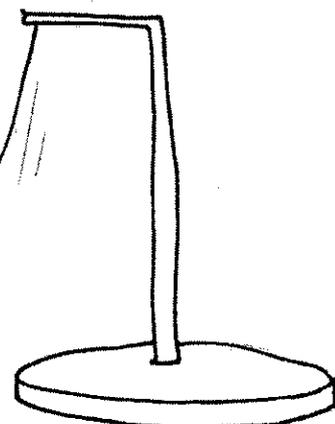
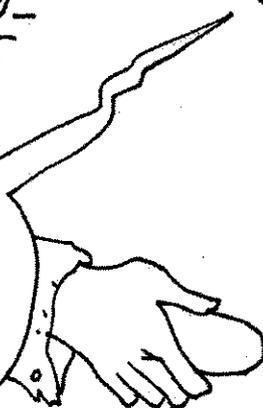
frontal del bloque de metal se cubriera de cargas positivas, y la cara opuesta con cargas negativas.



- 1 - Las cargas opuestas se atraen, las cargas del mismo signo se repelen ;
- 2 - Las fuerzas son proporcionales al inverso del cuadrado de la distancia que separa las cargas.



Estando las cargas + más cerca de la resina que las cargas -, ésta va a ejercer una pequeña atracción sobre el bloque de metal.





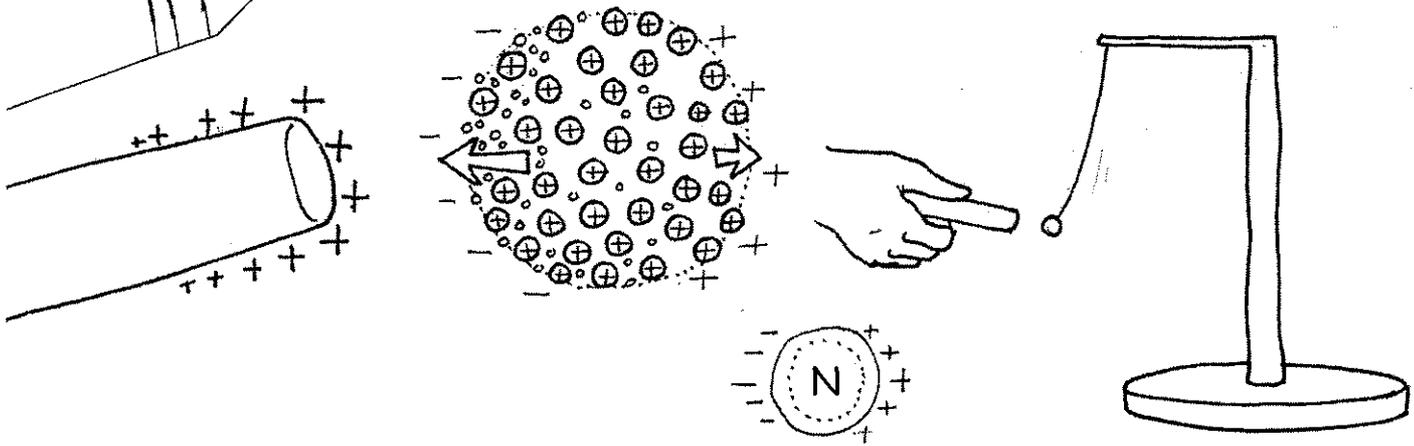
¿ Qué pasaría si en lugar de acercarse al metal un pedazo de resina electrizado negativamente, se acercara un pedazo de vidrio electrizado positivamente ?

Piensa, Sofía. Tendrás también un fenómeno de electrización inducida, pero inverso.

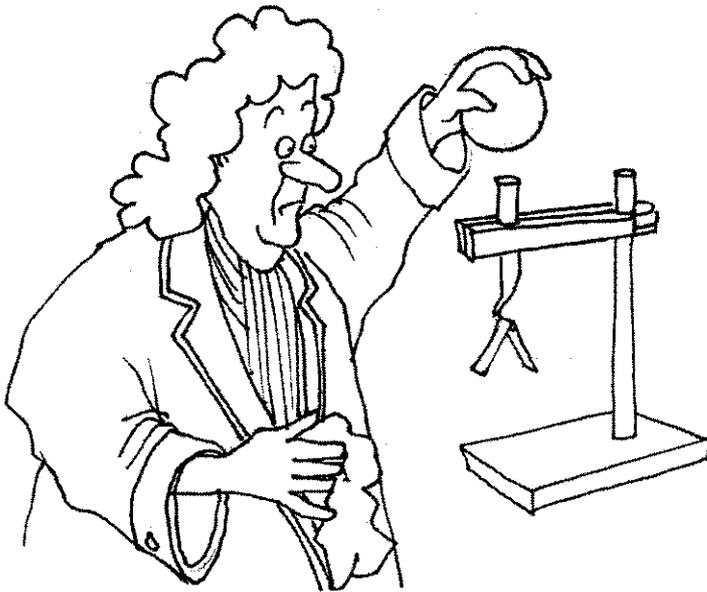


¿ Quiere eso decir que el trozo de metal será repelido ?

¡ Estás perdido !

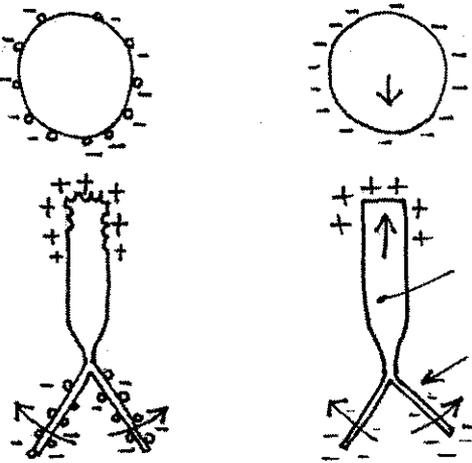


En este caso el bloque de vidrio atraerá los electrones del metal, que irán a juntarse en la parte frontal, abandonando la cara opuesta. El resultado será siempre una (ligera) atracción.



Ahora comprendo por qué las dos láminas de oro se apartan cuando se les acerca una masa de resina electrizada.

Debido al efecto de electrización inducida, las cargas presentes en la superficie repelen a los electrones del metal hacia las láminas de oro. Y como las cargas del mismo signo se repelen, aquellas se apartan.

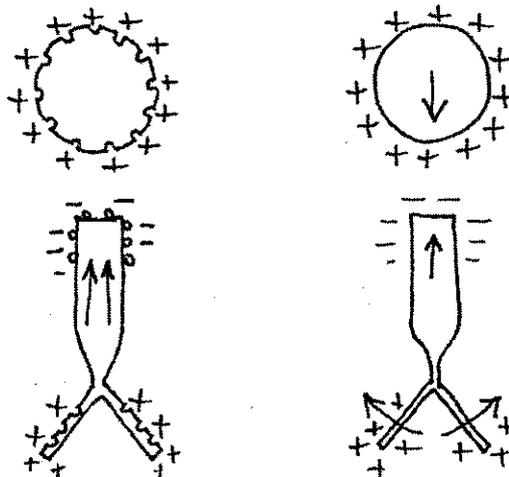


Los dos objetos se atraen ligeramente. Las láminas de oro se levantan debido a que su peso es muy pequeño.

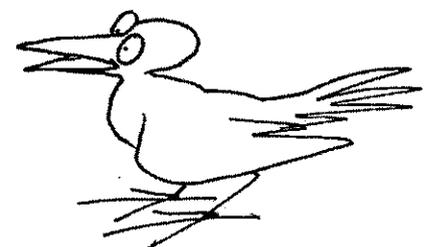


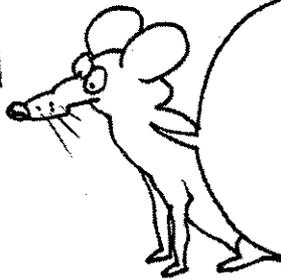
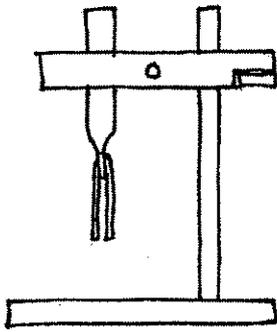
Ocurre prácticamente lo mismo cuando se acerca una masa de vidrio cargada eléctricamente (cuyos electrones se han desprendido de la superficie).

Los electrones se desprenden de las láminas doradas y se reúnen en la parte superior de la vara.



Las láminas de oro, cargadas positivamente, se repelen.



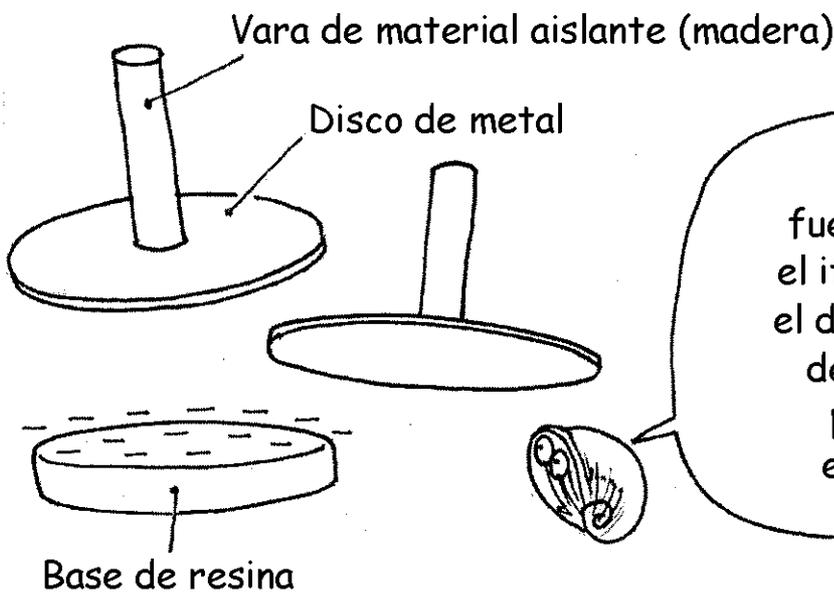


Pero cuando se alejan los bloques
electrizados, los electrones vuelven
a su lugar, el fenómeno desaparece
y el trozo de metal vuelve a ser
ELÉCTRICAMENTE NEUTRO.

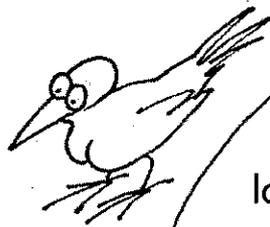
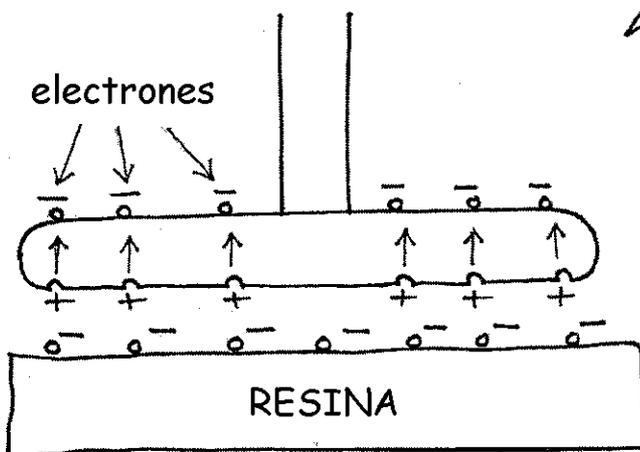


¿Cómo se **CARGA** un trozo de metal ?

EL ELECTRÓFORO



Este simple objeto
fue inventado en 1800 por
el italiano Volta. Acercando
el disco de metal a una base
de resina electrificada se
produce un efecto de
electrización inducida.



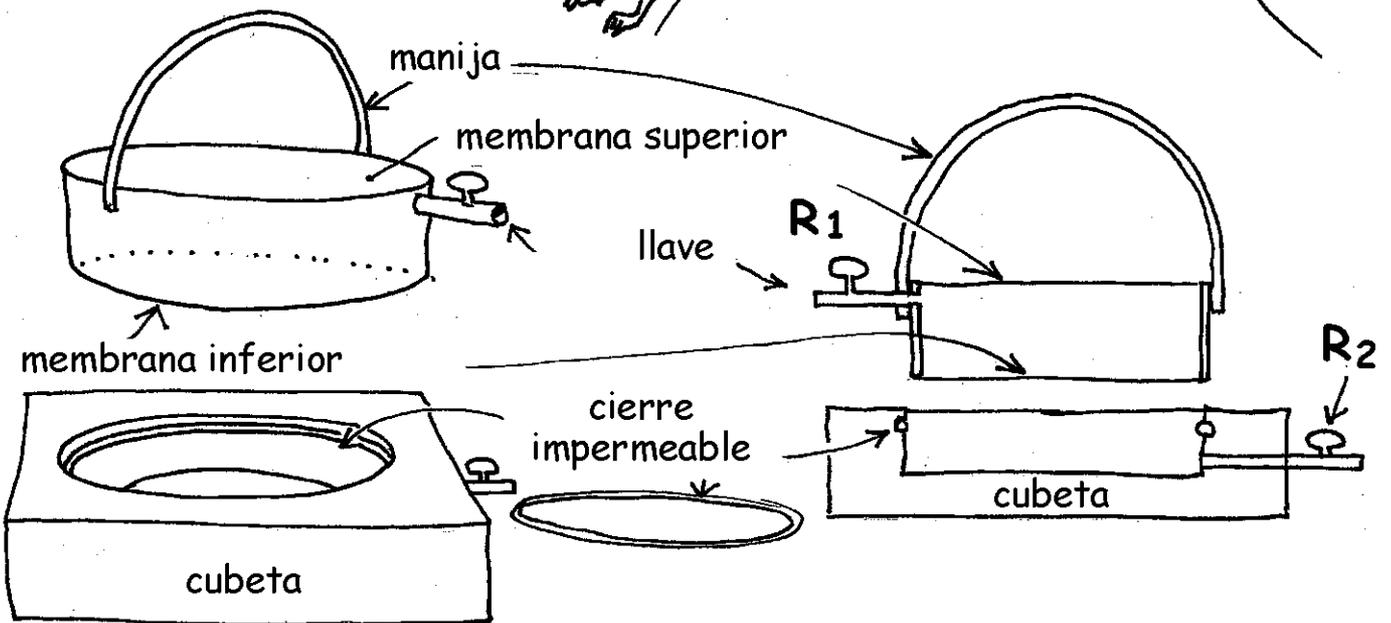
Repelidos por
los electrones presentes
en la superficie de la base
de resina, los electrones
del metal abandonan la parte
inferior del disco para migrar
hacia su parte superior.



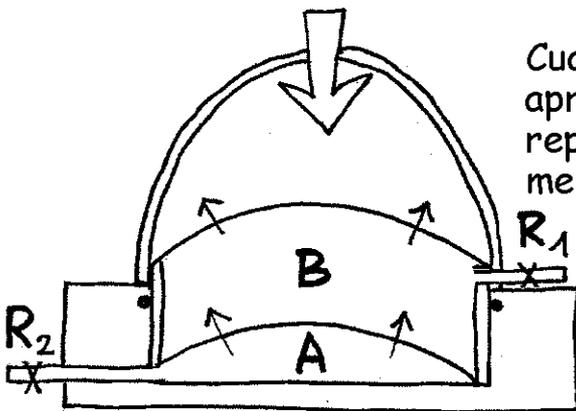
Foro viene de una palabra griega que significa llevar. Un electróforo es entonces un instrumento que permite el transporte de cargas eléctricas. Para comprender mejor cómo funciona, usaremos una analogía con la mecánica de fluidos.



¿Qué es todo eso?



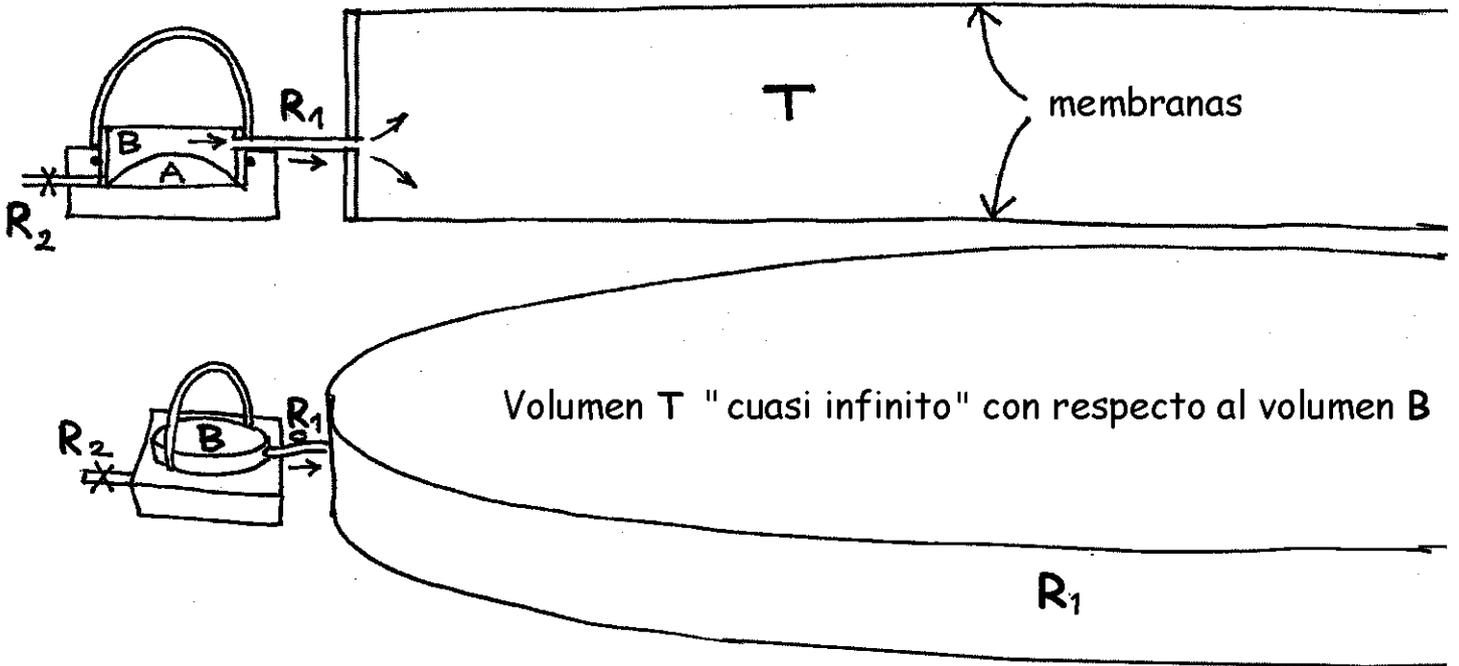
EL BARÓFORO (*)



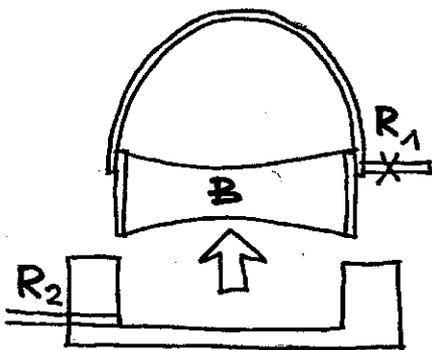
Cuando se empuja el baróforo a su lugar, el aire queda aprisionado en el espacio A. La sobrepresión resultante repercute en el volumen B, y las dos membranas se curvan hacia arriba.



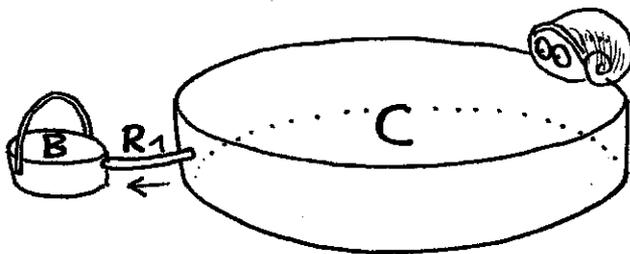
(*) Baros = presión ; foro = llevar.
Etimológicamente : transporte de la presión.



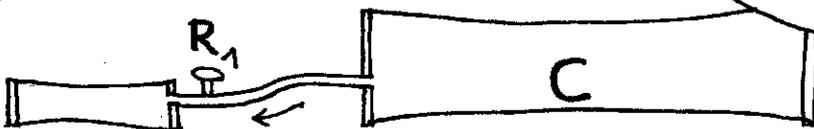
Ahora se conecta el volumen B, limitado por las dos membranas, a un "inmenso" recipiente T, igualmente limitado por dos vastas membranas. El volumen está inicialmente a la presión atmosférica. Las presiones en B y en T van a equipararse, prácticamente a la presión atmosférica. Así, la membrana superior del barómetro se vuelve prácticamente plana. Se cierra entonces la llave R_1 y se extrae el barómetro de su lugar, obteniéndose lo siguiente:



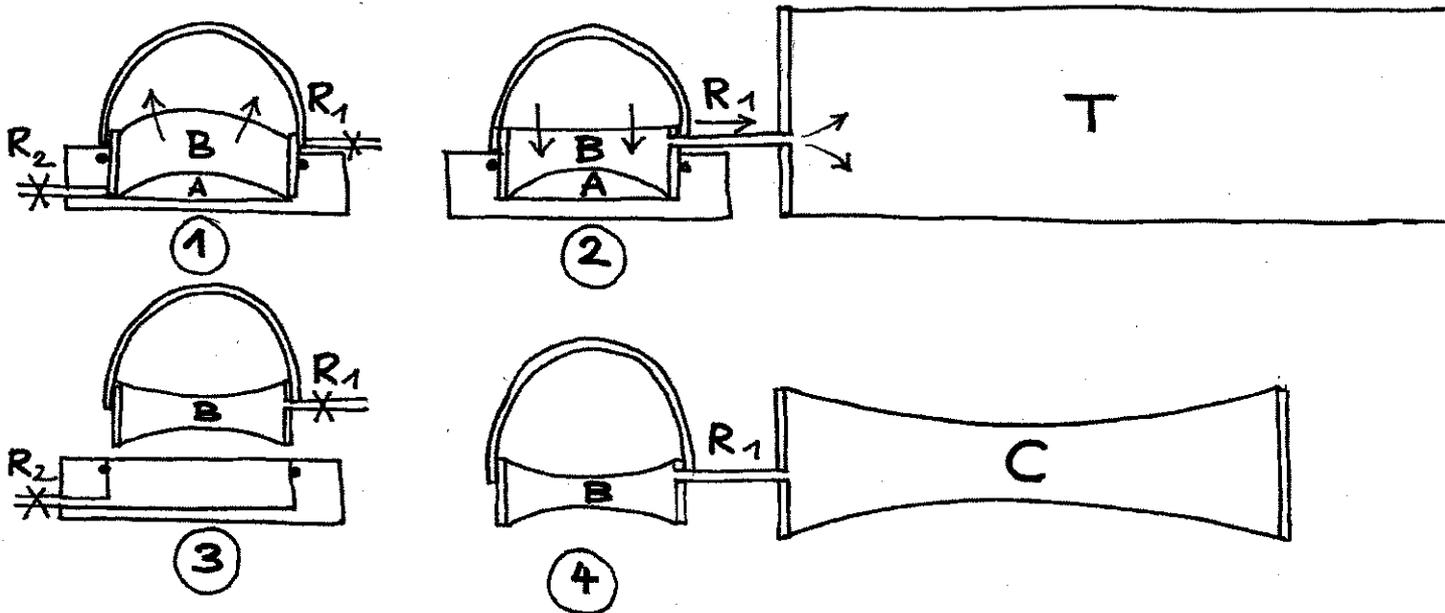
El volumen B se encuentra entonces en **DEPRESIÓN** con respecto a la presión atmosférica ambiente. Este aire **DEPRIMIDO** se podrá transportar a cualquier parte y servirá para disminuir ligeramente la presión en un volumen limitado de **CAPACIDAD C**.



Igualándose las dos presiones, barómetro B ha permitido entonces crear una leve depresión en el volumen de **CAPACIDAD C** lleno de aire, cuyas membranas se hundan ligeramente.



Se puede repetir la operación y extraer un poco de aire de la **CAPACIDAD C**, cada vez menos. Luego de un cierto número de repeticiones, la operación no funcionará puesto que las presiones (de hecho, depresiones) se habrán igualado.

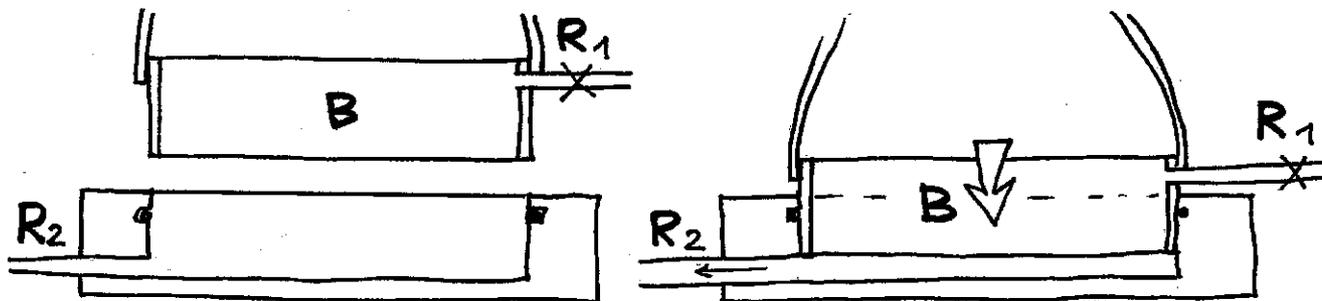


Habremos obtenido así, con la ayuda del baróforo, una extraña bomba de vacío en la que se **TRANSPORTA DEPRESIÓN**.

¿Podemos usarla para transportar sobrepresión?

¡Qué truco más curioso!

Cuando el baróforo está a la presión ambiente, no se ejerce ninguna tensión sobre las membranas. Al final de las operaciones se habrá creado una **DEPRESIÓN** en el espacio B, y habrá **TENSIONES** en las membranas. A esta **TENSIÓN** la consideraremos **NEGATIVA**. Con el baróforo se pondrá ahora en **SOBREPRESIÓN** el espacio B comprendido entre las dos membranas, y diremos que estas están en estado de **TENSIÓN POSITIVA**.

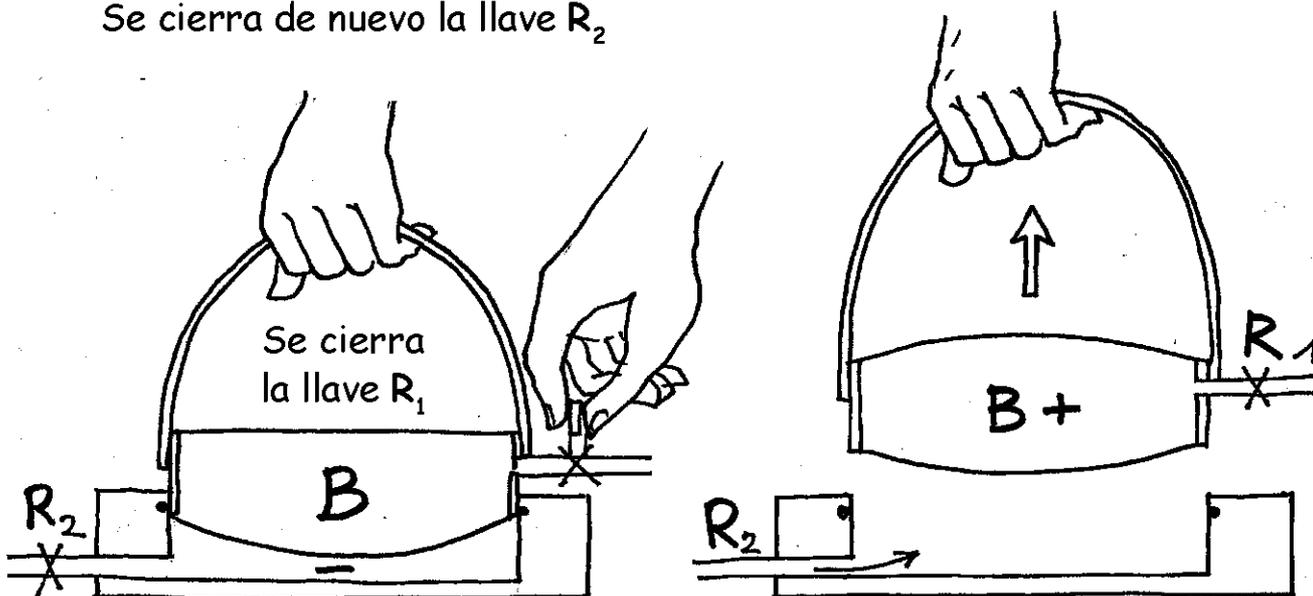


Se abre la llave R_2 y se empuja el baróforo a su lugar.



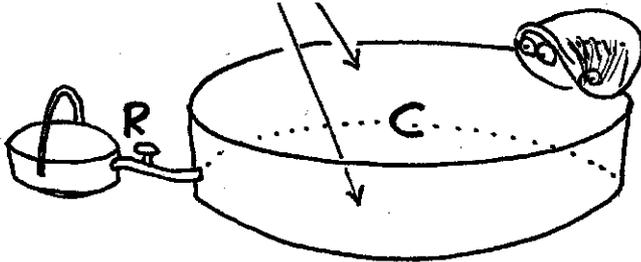
Luego se abre R_1 , poniendo el espacio B en comunicación con el espacio grande.

Se cierra de nuevo la llave R_2



Se abre la llave R_2 y se extrae el baróforo.

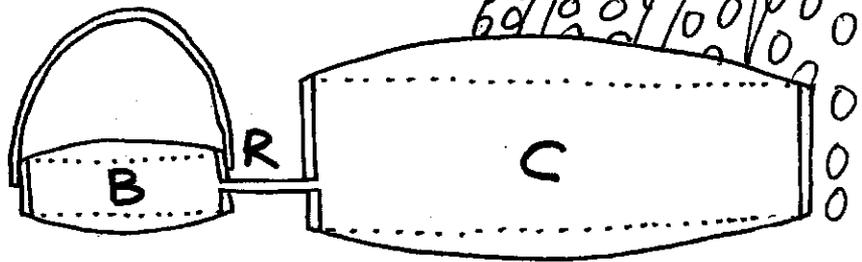
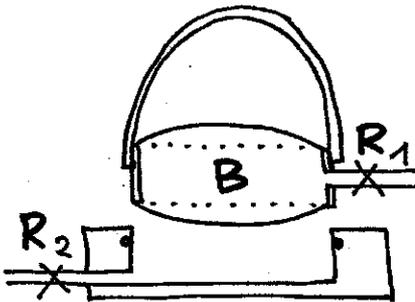
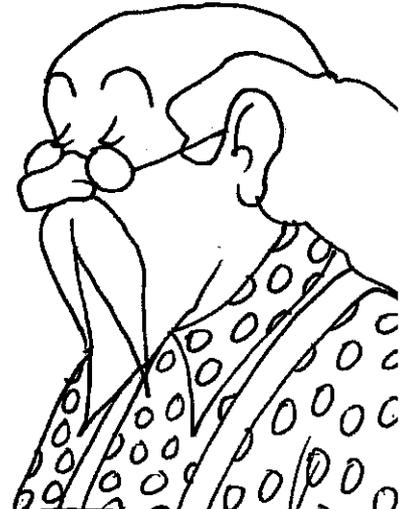
Membranas planas



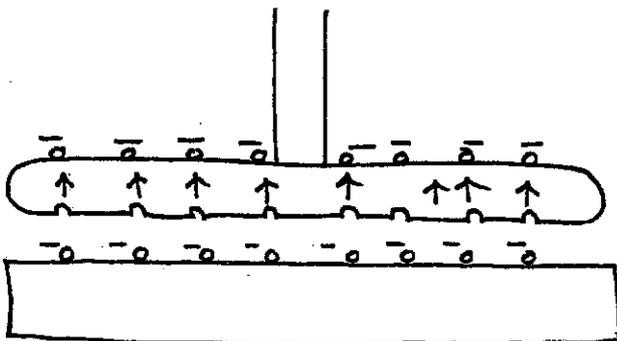
Las dos presiones se igualan y así el barómetro B permite crear una leve sobrepresión en el volumen de CAPACIDAD C lleno de aire, y las membranas se inflan ligeramente.



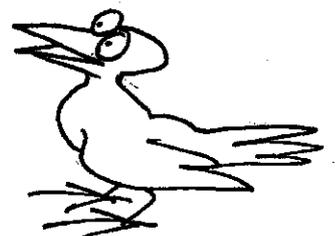
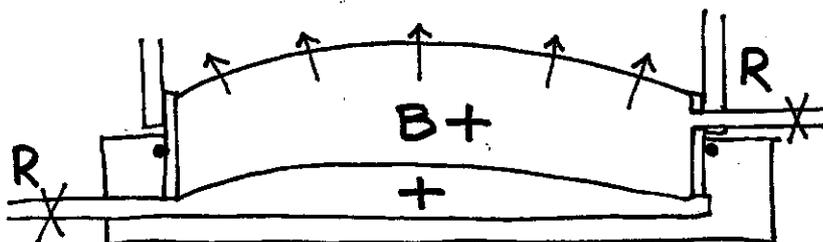
Se puede repetir la operación con este "compresor manual" hasta que las presiones en B y C sean iguales. Entonces la presión creada en C será MÁXIMA. Se dice entonces que la CAPACIDAD C ha sido llevada a una TENSION POSITIVA máxima.

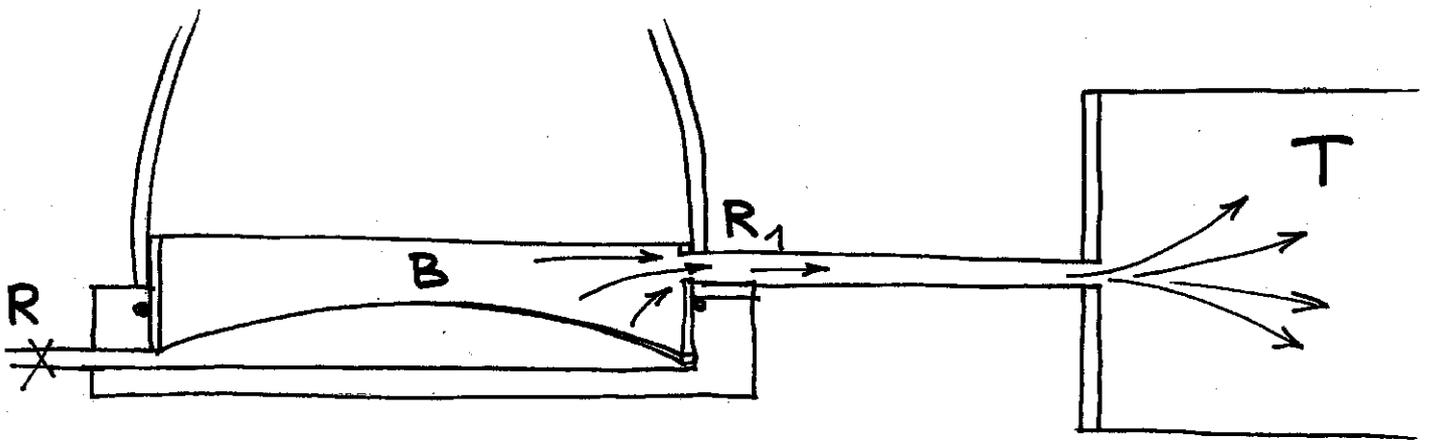


La "bomba" se vuelve eficiente cuando las presiones en B y C se vuelven iguales, en el momento en que las TENSIONES en las membranas son iguales.

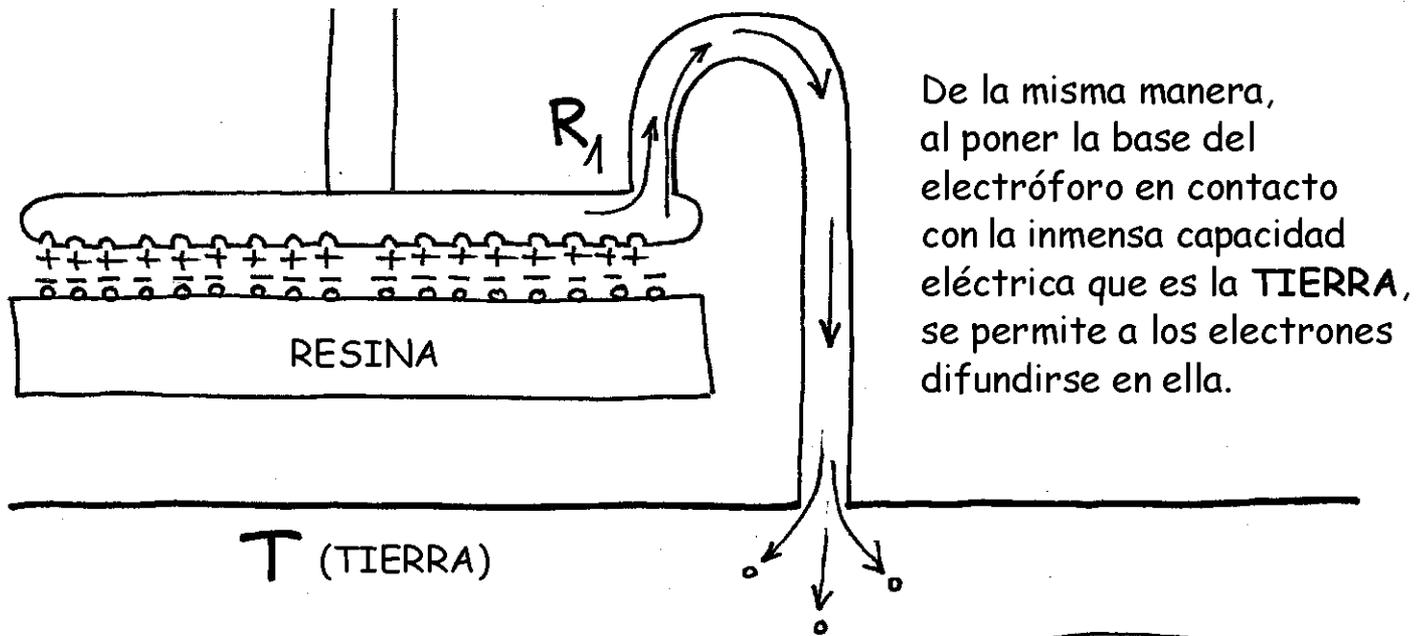


Volvamos a nuestro electróforo. Los electrones presentes en la superficie de la resina empujan a los electrones del metal hacia la parte superior del disco.

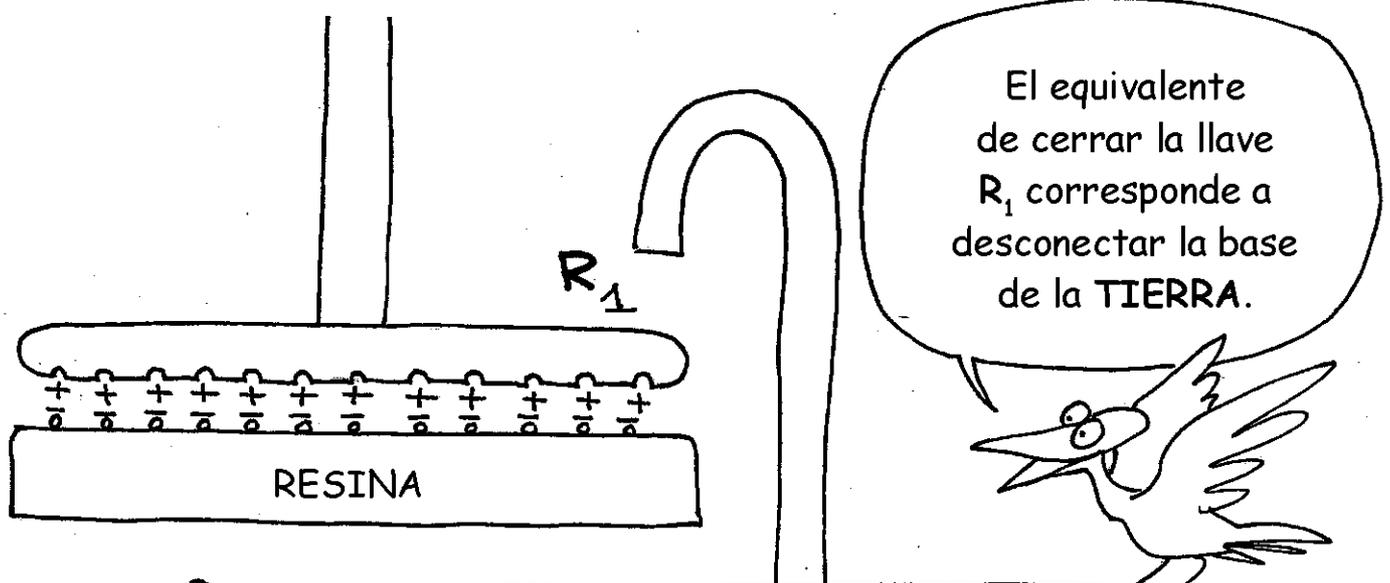




Al abrir la llave R_1 se permite a la sobrepresión reinante en B evacuarse hacia el inmenso espacio de capacidad T, cuyo volumen se considera infinito.



De la misma manera, al poner la base del electróforo en contacto con la inmensa capacidad eléctrica que es la TIERRA, se permite a los electrones difundirse en ella.

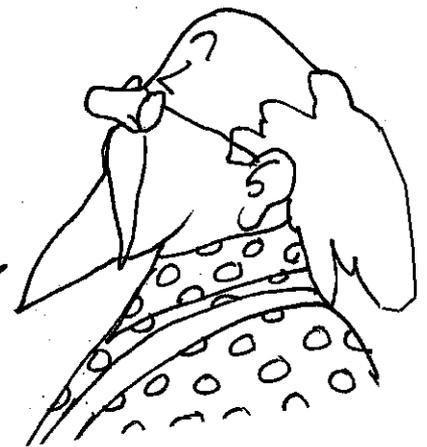
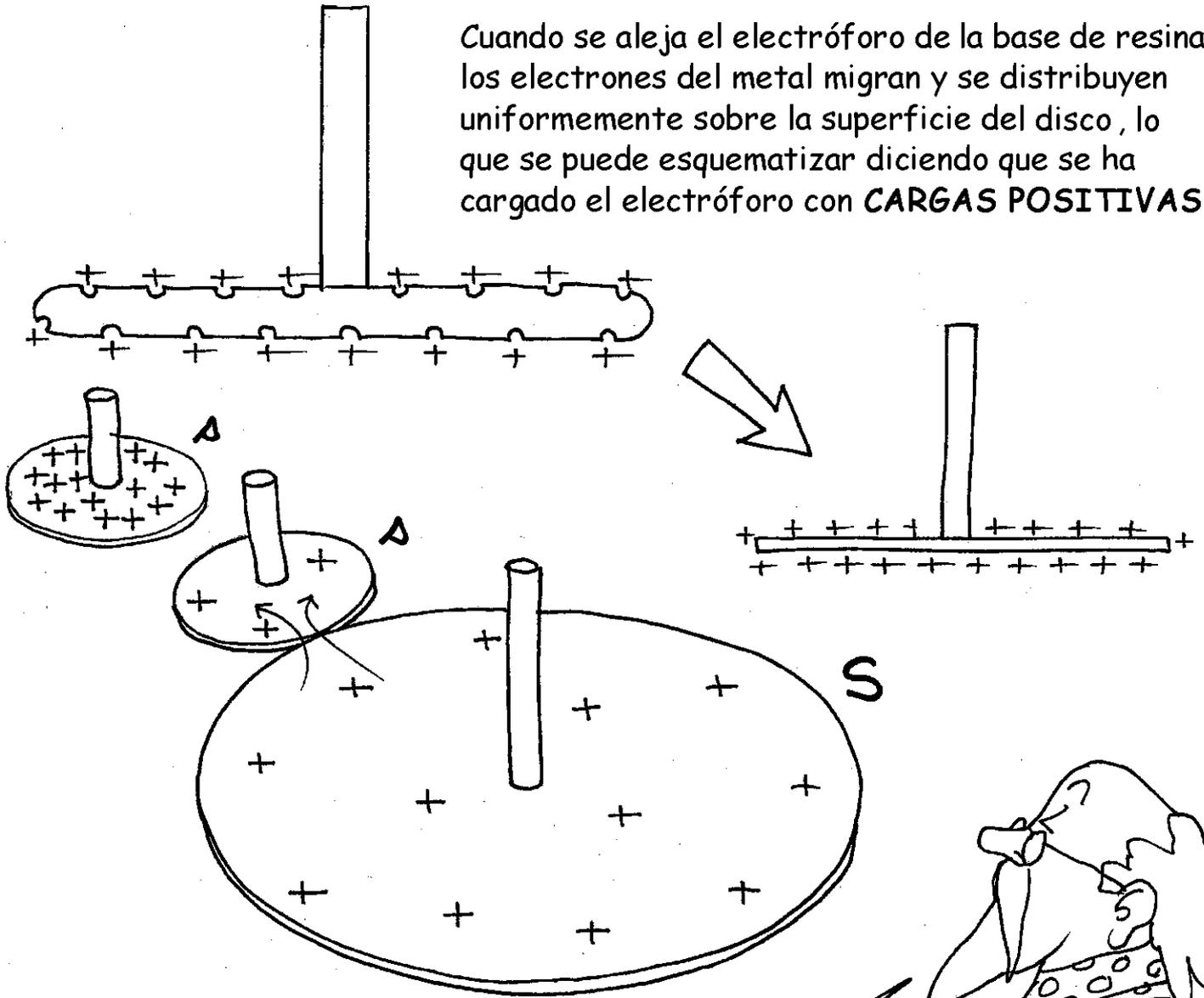


El equivalente de cerrar la llave R_1 corresponde a desconectar la base de la TIERRA.



Las "cargas positivas" transportadas ahora por el disco son, de hecho, vacantes que se sitúan en la cara opuesta a las cargas negativas transportadas por la resina.

Cuando se aleja el electróforo de la base de resina, los electrones del metal migran y se distribuyen uniformemente sobre la superficie del disco, lo que se puede esquematizar diciendo que se ha cargado el electróforo con **CARGAS POSITIVAS**.



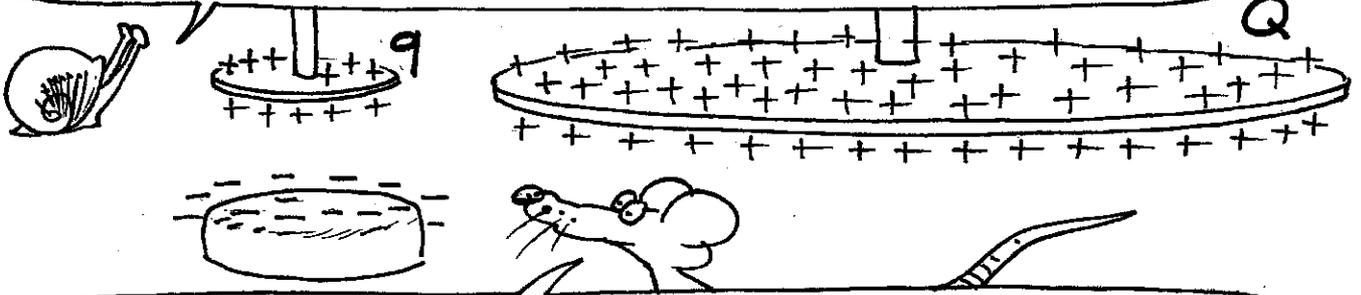
Si se coloca nuestro electróforo de superficie s junto a una capacidad de superficie S , los dos dispositivos compartirán las "cargas positivas" de tal forma que las densidades de carga por unidad de superficie sean iguales. De hecho, son los electrones del gran disco lo que migran hacia el pequeño. Repitiendo la operación se podrá entonces realizar un aporte de cargas, el cual cesará cuando la densidad de carga en la superficie del electróforo sea igual a aquella de la **CAPACIDAD** que ha cargado.





Empiezo a comprender la analogía con el baróforo. Con aquél, a condición de realizar un número suficiente de transferencias de gas, se podía llevar un volumen cualquiera a la misma presión que aquella reinante en un espacio **B**, cuando se lo extraía de su cubeta de base.

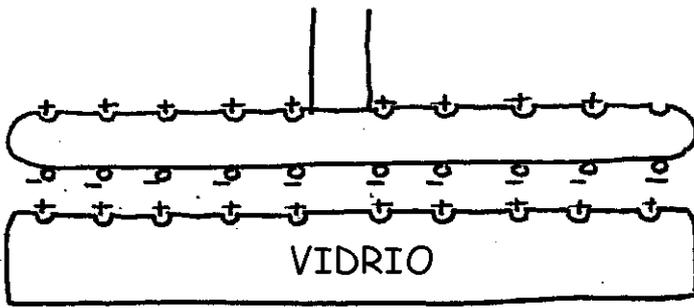
¿ Pero cuál es el equivalente en **ELECTRICIDAD ESTÁTICA** ?



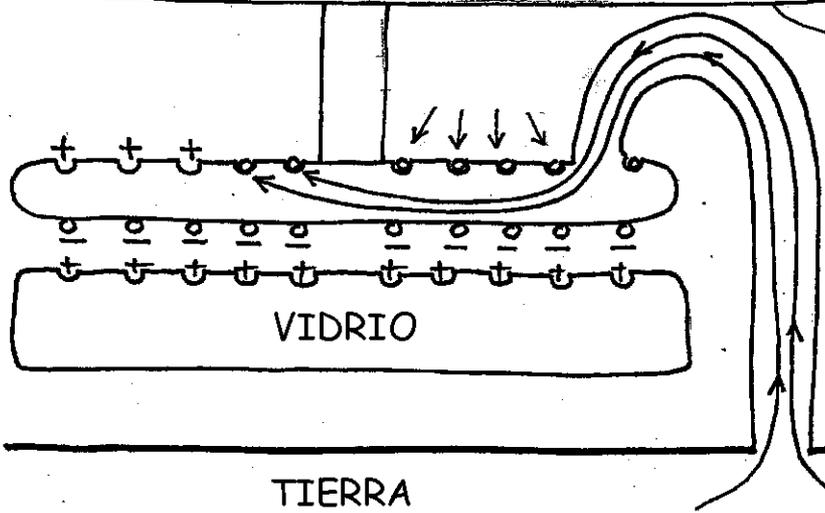
Se podría crear en la superficie **S** de una capacidad la misma densidad de cargas eléctricas que aquella que reina en la superficie de mi electróforo, la cual depende de la electrización del bloque de resina.

¿ Pero de dónde vienen estas cargas eléctricas ?
Parece realmente un pase de magia...

Este pase, como lo llamas, va a permitir a los humanos pasar de pequeños experimentos para diversión de los niños a cosas mucho más serias.

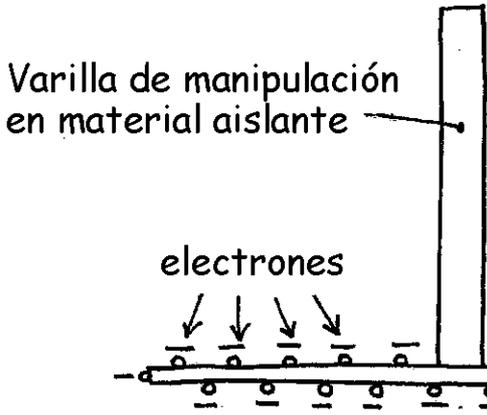


¿Y qué ocurre cuando el electróforo funciona con una base de **VIDRIO** cuya superficie presenta **VACANTES** y está por lo tanto **CARGADA POSITIVAMENTE**?



En este caso, cuando se conecta el disco a **TIERRA**, los electrones, atraídos por las vacantes positivas, se mueven hacia arriba para llenarlas y neutralizarlas.

Luego, si se aleja el electróforo, los electrones migran a toda la superficie. Este queda **CARGADO NEGATIVAMENTE** y tiene un **VOLTAJE NEGATIVO**.



¡ Espera, no entiendo nada ! La analogía con el **BARÓFORO** ya no funciona. El **FLUIDO ELÉCTRICO** es esta especie de **GAS DE ELECTRONES** (*). Pero aquí hay algo más: la placa, sometida a sobrepresión, debería ser llevada a un voltaje positivo, ¿no es así?

(*) La expresión es perfectamente apropiada.



Observación pertinente, mi querido Anselmo.
En efecto, cuando los humanos comenzaron a jugar con la electricidad, pensaron de inmediato que se trataba de un **FLUIDO ELÉCTRICO**. Pero nadie sabía en qué dirección fluía. Se escogió entonces un sentido arbitrario, con una chance entre dos de equivocarse.



¡Y nada que hacer, se equivocaron!



Después fue imposible de corregir.
¡Lo que produjo, como veremos más adelante, que tengamos ahora una dirección positiva de la corriente eléctrica que es justamente **OPUESTA** al sentido de circulación de los electrones!

En ese tiempo no se sabía que la corriente se debía a la circulación de los electrones. De lo contrario, se le habría dotado de carga positiva. Una vez cometido el error, era demasiado tarde.



Con todo, el **ELECTRÓFORO** permitió concentrar cantidades de carga eléctrica cada vez mayores en **CONDENSADORES** de superficie creciente (*), como llenando una bañera con una cucharita. Se inventaron numerosas máquinas a partir de este principio que lo realizaban automáticamente (y que no describiremos aquí).

(*) La carga eléctrica de un **CONDENSADOR**, para un voltaje dado, es proporcional a su superficie.



La carga eléctrica crece con la superficie. Pero nadie me obliga a trabajar con superficies planas. Aquí he colocado una gran lámina de oro corrugado en un recipiente aislado y he cargado el dispositivo al máximo.



¡ Santo cielo !



?!!

Al comienzo un cosquilleo.
¡ Pero después, vaya !



Así es, hemos pasado de experimentos de salón a conmociones que pueden tumbar a un hombre a tierra y hasta... ¡ matarlo ! (*).

Está claro que el cuerpo humano conduce la electricidad, y que al tocar esta varilla lo he puesto en contacto con la TIERRA (*).



El sentido del flujo de los electrones depende del signo de la **CARGA** suministrada por el **CONDENSADOR**.

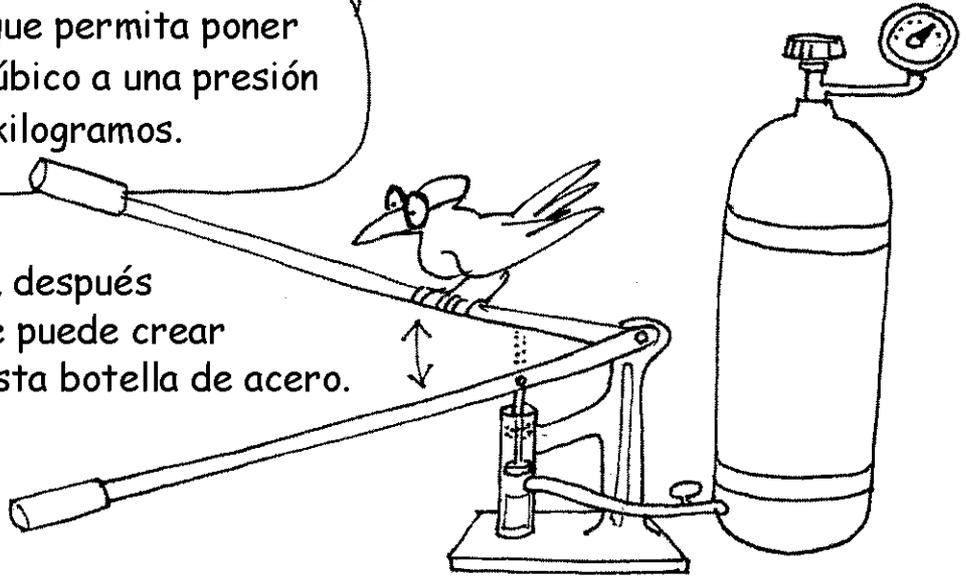
¿ Por qué es que con un bloque de resina, o de vidrio frotado, se puede pasar de un simple juguete para niño a un sistema capaz de matar a un caballo ? ¡ Admito que no comprendo !



Recuerda el BARÓFORO. Con él podías llevar un pequeño volumen B a una presión P . Luego, progresivamente, llevar un volumen C , mucho mayor, a la misma presión.

Imagina ahora que dispones de una bomba que permita poner un centímetro cúbico a una presión de cien kilogramos.

Con esta bomba de aire, después de miles de bombeos, se puede crear esa presión dentro de esta botella de acero.



Así, después de un tiempo, podría crear el equivalente de una bomba (que lo sería si se rompiera la botella).



En electricidad, el equivalente de la presión es el **VOLTAJE**, que se mide en voltios.

(*) La **PRESIÓN** es también una **DENSIDAD DE ENERGÍA POR UNIDAD DE VOLUMEN**..



Majestad, deseo presentaros una nueva arma con la que podremos derribar a doscientos soldados a la velocidad de un rayo.

¿ 200 soldados ?
¡ Bromeais !

¿ Con esa pequeña y ridícula botella de "fluido eléctrico" ?



¡ Santo cielo !

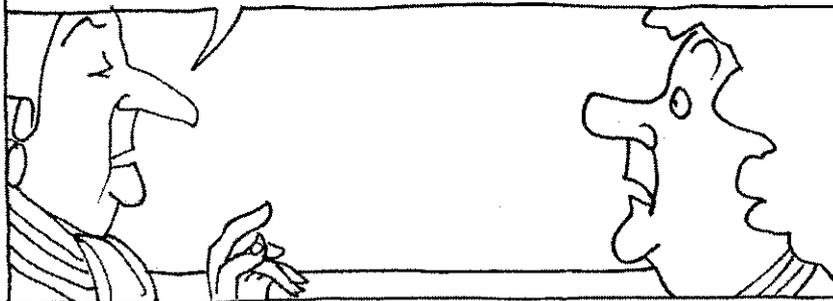
Ese día doscientos valets de guardia del buen rey Luis XV experimentaron "la conmoción" (*).

(*) El experimento fue realizado por el abad Nollet en 1760.

La fortuna me sonríe.



Pero hay una cuestión :
  cómo hacer que doscientos soldados
enemigos se cojan de la mano ?



EFEECTO DE PUNTA

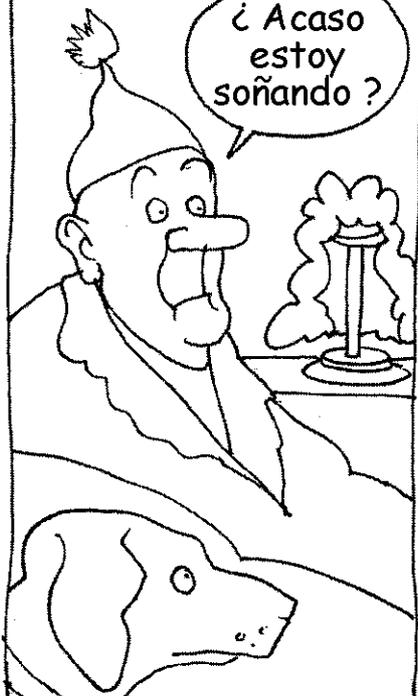
Bueno, tal vez no sirva para aplicación militar.
Pero es una forma de conservar el fuego
eléctrico encerrado en la botella.



Y llegó la noche...

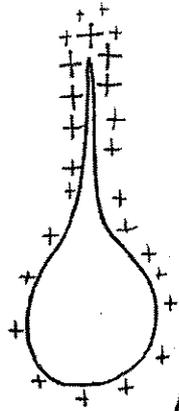


  Acaso
estoy
soñando ?



Mi botella eléctrica se vacía por esta punta.
Emite luz y est  prácticamente descargada.

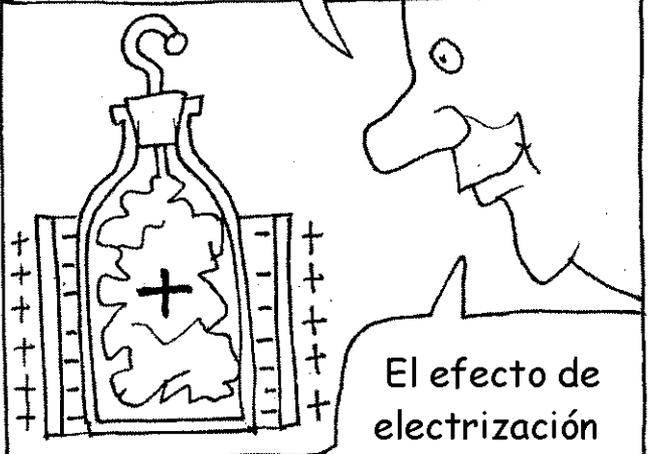




Bajo el efecto de la presión eléctrica las cargas tienden a concentrarse en las puntas.

Si quiero evitar esta fuga eléctrica, debo modificar mi **ELECTRODO**.

¿Y si envolviera mi botella con una lámina metálica?

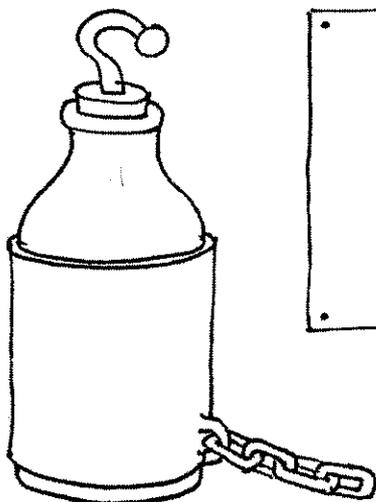


El efecto de electrización inducida ocurre incluso a través del vidrio.

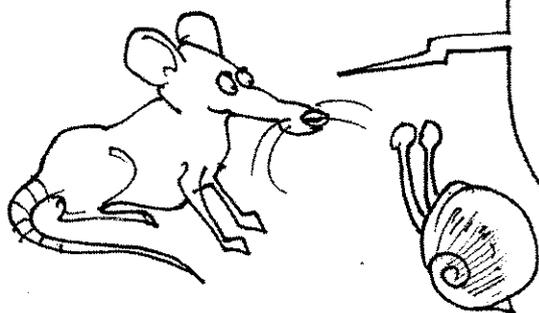


Como en el electróforo, evacúo las cargas externas.

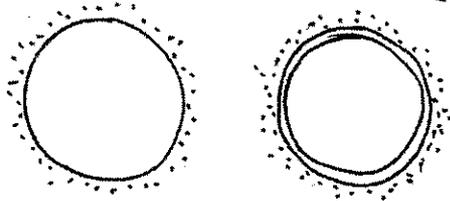
EL CONDENSADOR



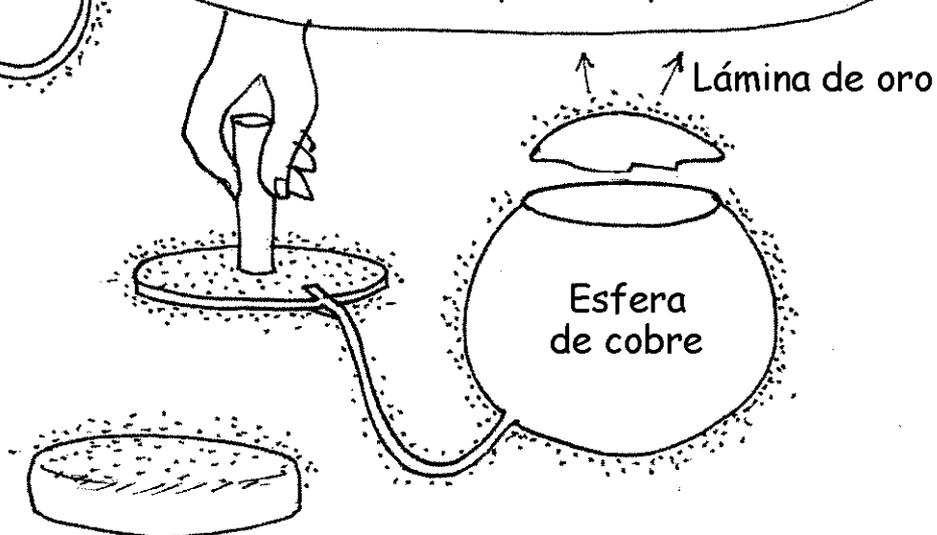
Con esta placa exterior se duplica la carga eléctrica. Es así como en 1746, en la bella villa holandesa de Leyde, nació el primer **CONDENSADOR**.



Los experimentos continuaron, cada uno más apasionante que el anterior. Pronto se advirtió que, al ser cargadas de la misma forma ("con el mismo voltaje"), una esfera llena y una esfera hueca recibían la misma cantidad de carga eléctrica.

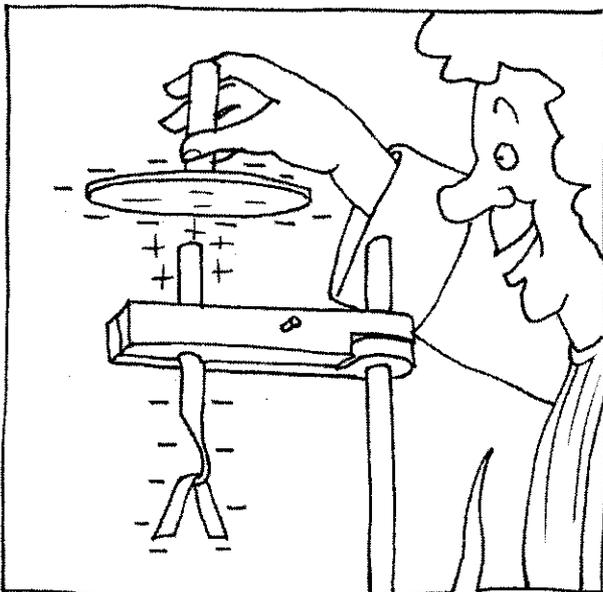


Es normal puesto que las cargas eléctricas están en la superficie, debido a que se repelen.

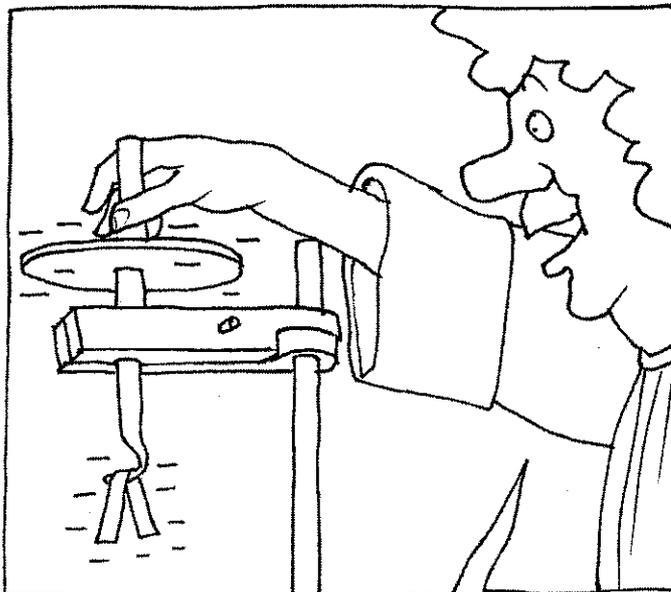


De ahí resultó un divertido experimento: cuando se cargaba una esfera hueca de metal, cerrada por un pequeño casquete en lámina de oro, este se levantaba por efecto de la **PRESIÓN ELÉCTRICA**.

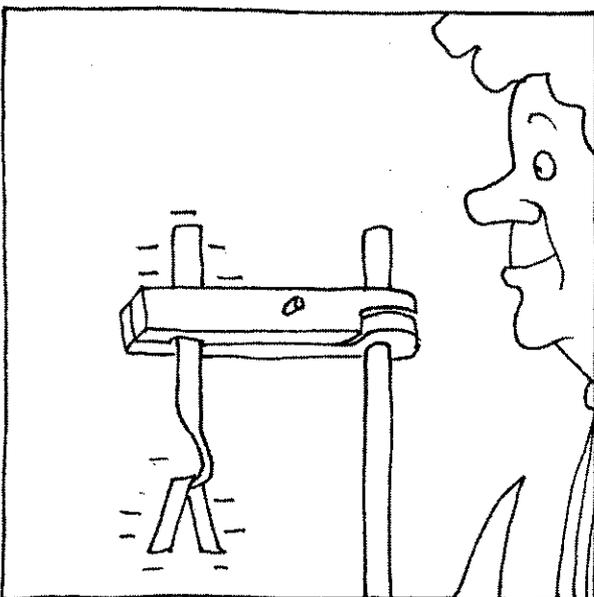
ELECTRÓMETRO



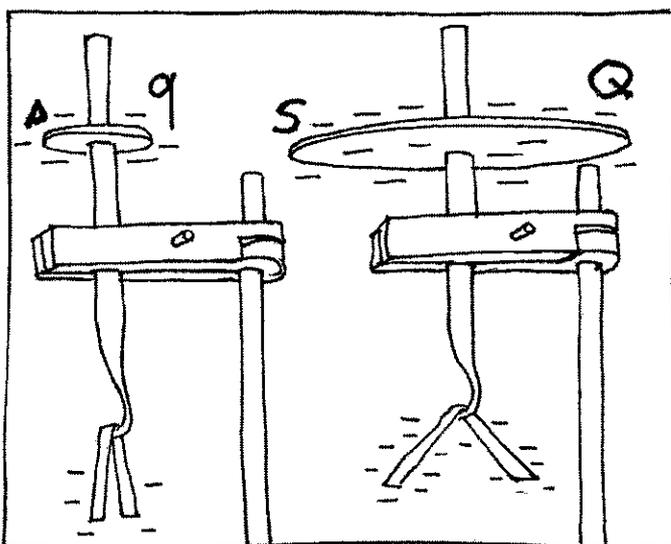
Volvamos a nuestro experimento de antes. Primera etapa: electrización inducida.



Segunda etapa : neutralización de las cargas positivas o... uso compartido de cargas negativas.



Tercera etapa : remuevo el objeto cargado. Una carga negativa subsiste y mantiene las láminas separadas.



Utilizando la misma base de resina cargada, estos dos electróforos, de superficies s y S , llevan cargas q y Q proporcionales a ellas. La separación entre las láminas de oro depende de las mismas.

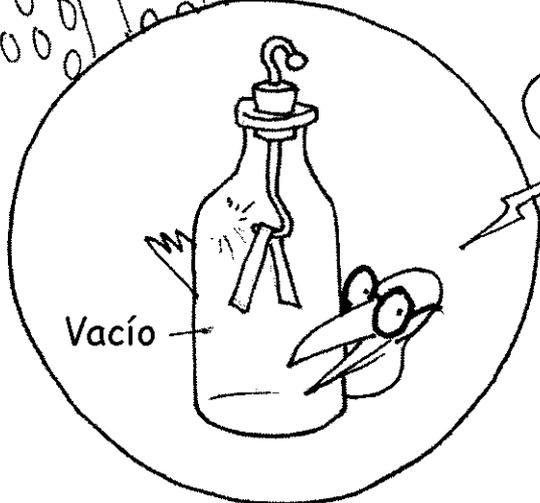
A este dispositivo se le conoce como electrómetro de láminas de oro. La separación de las láminas permite hacerse una idea acerca de la carga eléctrica contenida por un objeto metálico cualquiera, pero no permite saber el signo de dicha carga.



¿Mantendrá su carga indefinidamente?

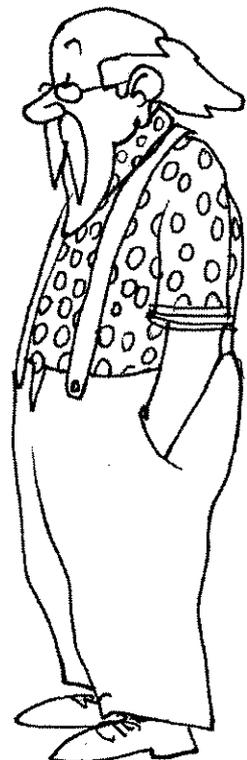
El aire no es un aislante perfecto, sobre todo si es húmedo. Con el tiempo, las cargas van a perderse en la atmósfera.

En el laboratorio, las láminas de oro se mantienen en un vacío.



Papy, comprendo que se pueda electrizar mi regla de plexiglás por frotamiento. Pero no comprendo por qué atrae el papel..

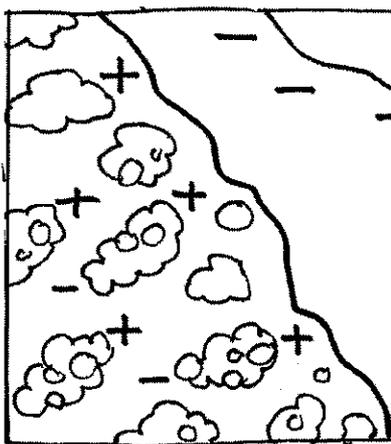
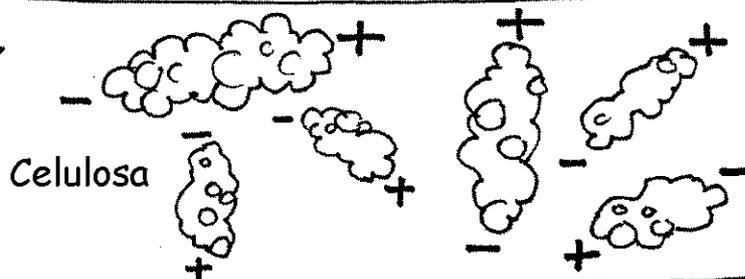
Buena cuestión.



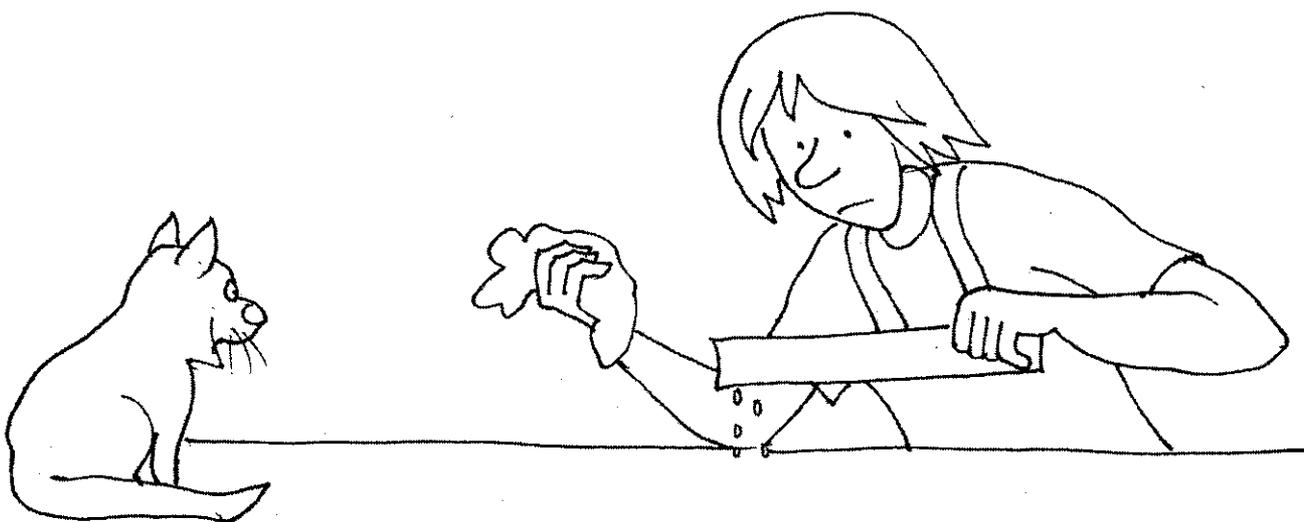
LA POLARIZACIÓN



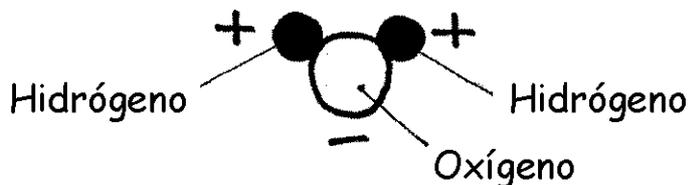
Como viste, los antiguos atraían bolas de una madera liviana, el sauco. Esta contiene, como el papel, moléculas de celulosa (*) que se presentan en forma de pequeños **DIPOLOS ELÉCTRICOS**, con una carga + en un extremo y una carga - en el otro.



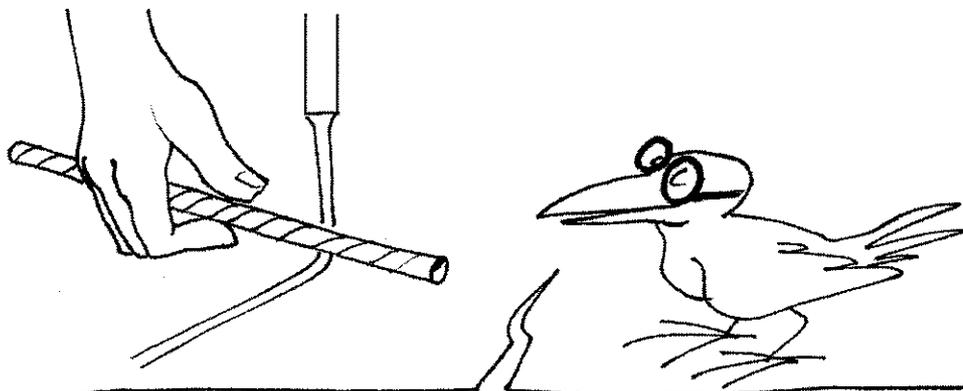
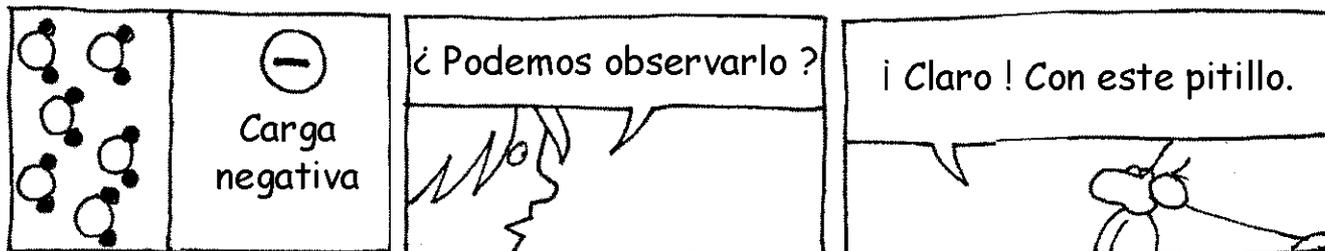
Enfrentadas a un objeto con carga eléctrica, estas moléculas giran, dirigiendo hacia él las cargas opuestas a las suyas. El resultado es una **ATRACCIÓN**.



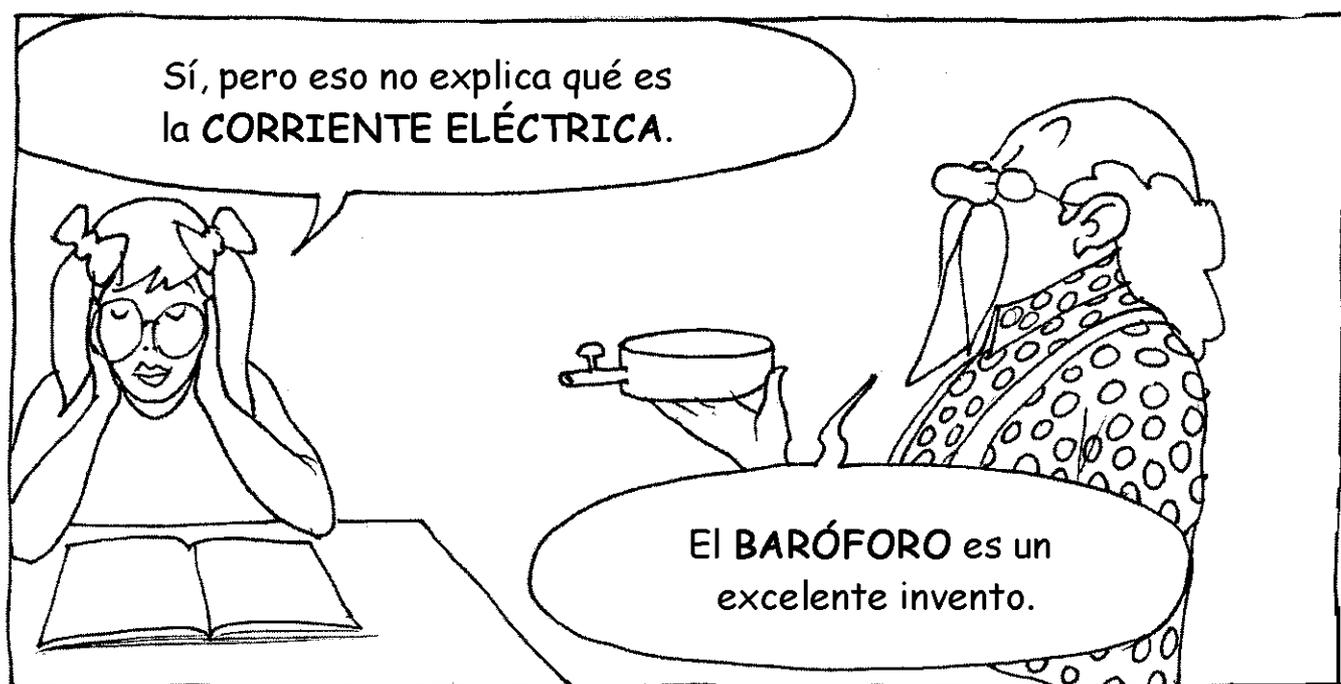
La molécula de agua es la "molécula Mickey Mouse"



Sujeta a la acción de un objeto cargado eléctricamente, la molécula de agua se orienta y el resultado es una fuerza de atracción.



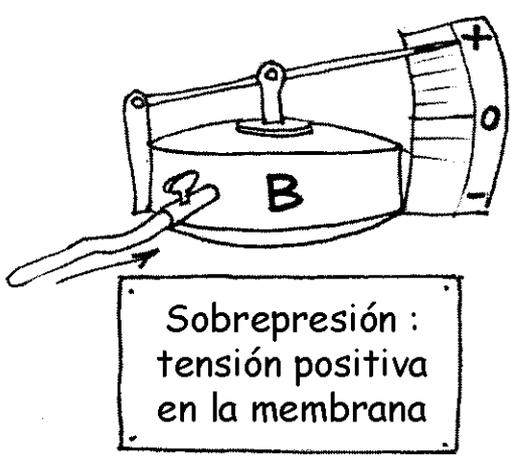
Frotando uno de estos, obtenido en uno de esos negocios de comida rápida chatarra, y acercándolo a un delgado hilillo de agua, se puede hacer doblar éste en un ángulo de noventa grados.



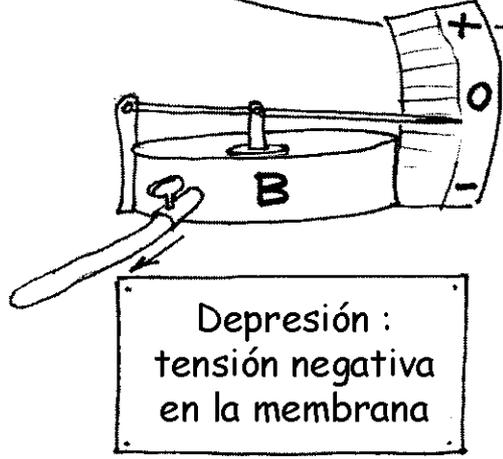


¿Qué estás haciendo?

Un barómetro.



Sobrepresión :
tensión positiva
en la membrana

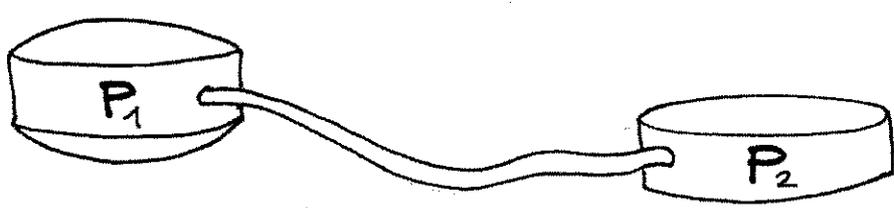


Depresión :
tensión negativa
en la membrana

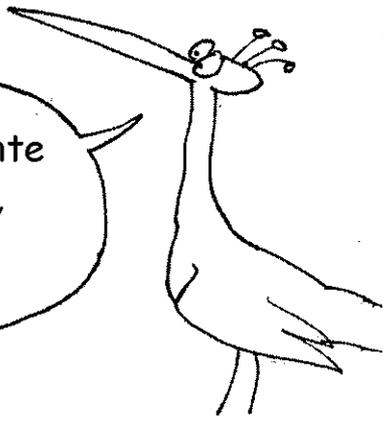


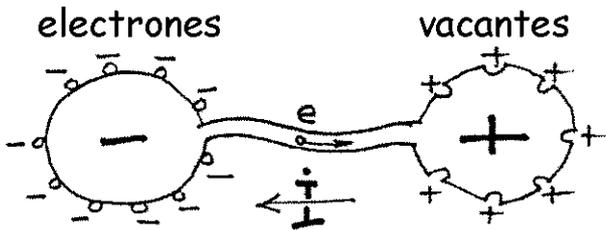
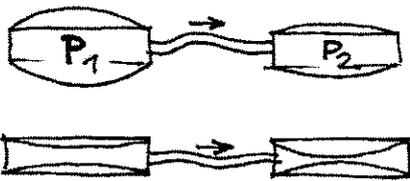
Pfff... eso es conocido, es un manómetro de membrana.

Se obtiene una corriente gaseosa al conectar dos recipientes B_1 y B_2 , el uno a un tensión positiva y el otro a una tensión negativa.

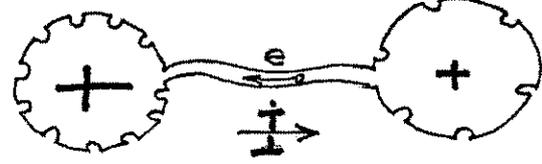


Pero de hecho lo que provoca la aparición de una corriente gaseosa es la **DIFERENCIA DE PRESIONES P_1 y P_2** , o la **DIFERENCIA DE TENSIONES V_1 y V_2** de los dos recipientes.

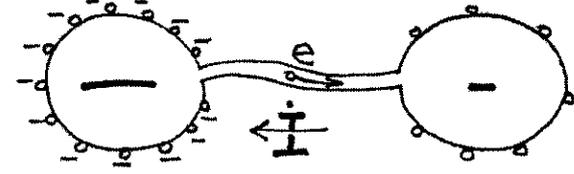




muchas vacantes pocas vacantes

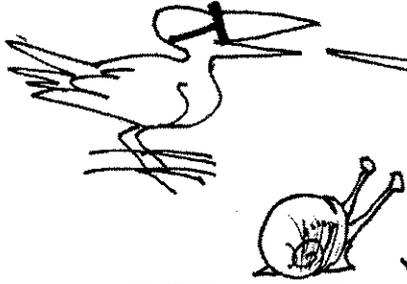


muchos electrones pocos electrones



Más todas las situaciones intermedias.

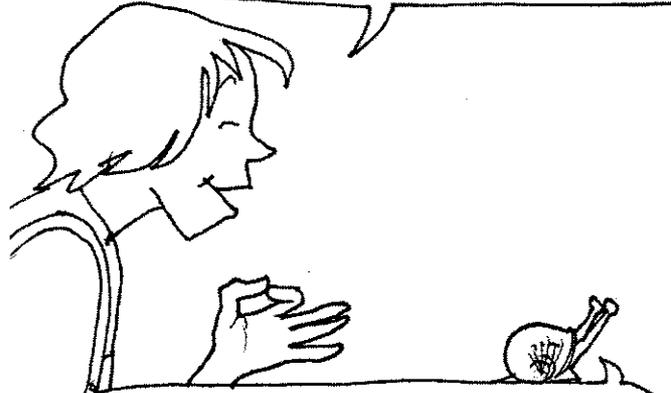
Entre los dos recipientes, la corriente gaseosa se establecerá de la alta a la baja presión, incluso si estas dos presiones son menores que la presión del ambiente.



Encontraremos todas estas configuraciones entre condensadores cargados positivamente (deficiencia de electrones) o negativamente (exceso de electrones).

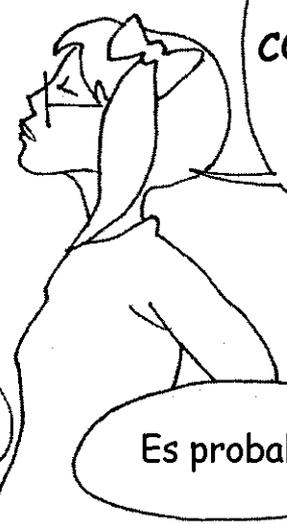
Resumiendo, el flujo de partículas cargadas se establece siempre desde el medio más rico hacia el más pobre en electrones. Y dado que la gente se equivocó por completo hace dos siglos, no queda más que orientar la corriente **EN SENTIDO CONTRARIO** a esta circulación del **GAS DE ELECTRONES LIBRES**.

Verdaderamente un tonto error. Había una chance entre dos...



Tal vez haya otros planetas en los que se tomó la decisión correcta.

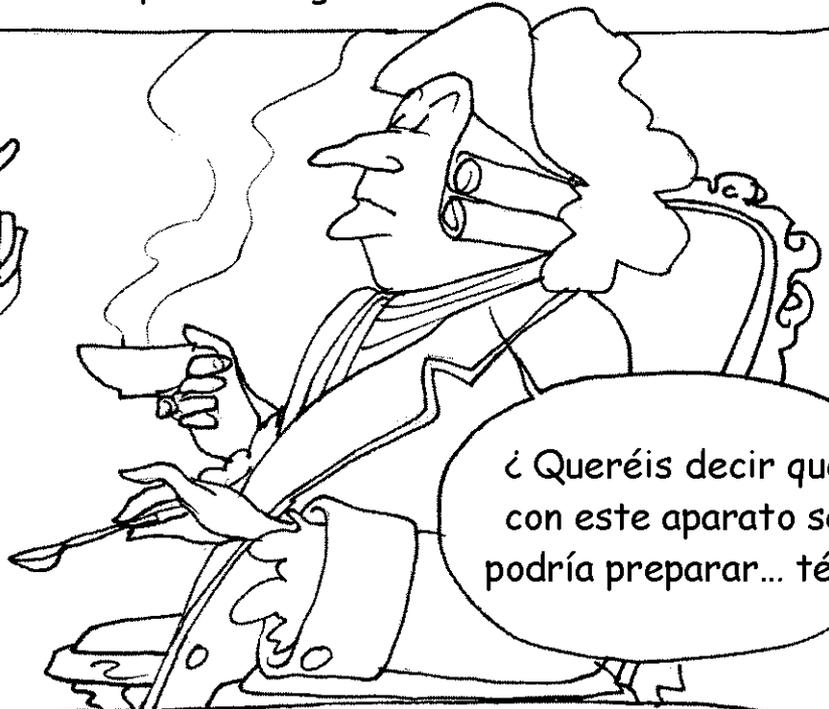
Y ahora, si se quisiera jugar un poco y cambiar el sentido de la **CORRIENTE ELÉCTRICA**, tendríamos serios problemas. Mejor dejarlo así.



Es probable.



Sire, mi invento podría tener aplicaciones en el plano de la energía. Así, al descargar esta botella de Leyde, este condensador, a través de un fino alambre de cobre, he constatado que éste es calentado por el fuego eléctrico.

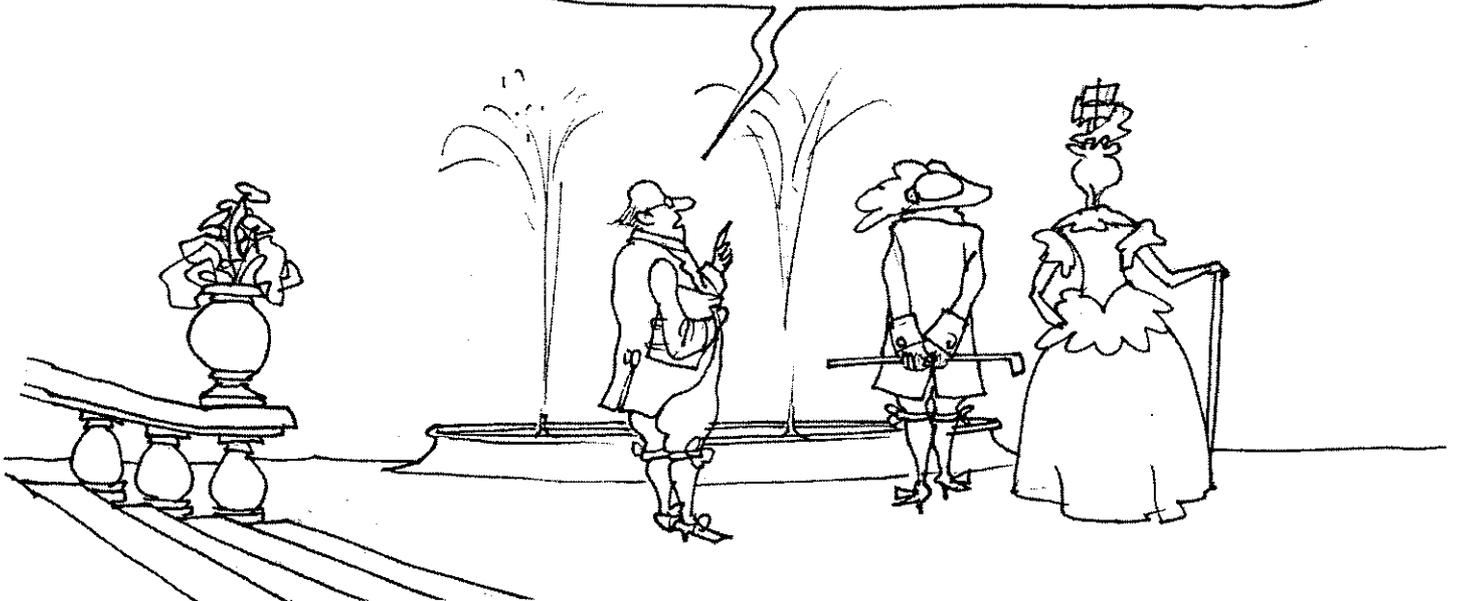


¿Queréis decir que con este aparato se podría preparar... té ?

Desafortunadamente, no... (*)



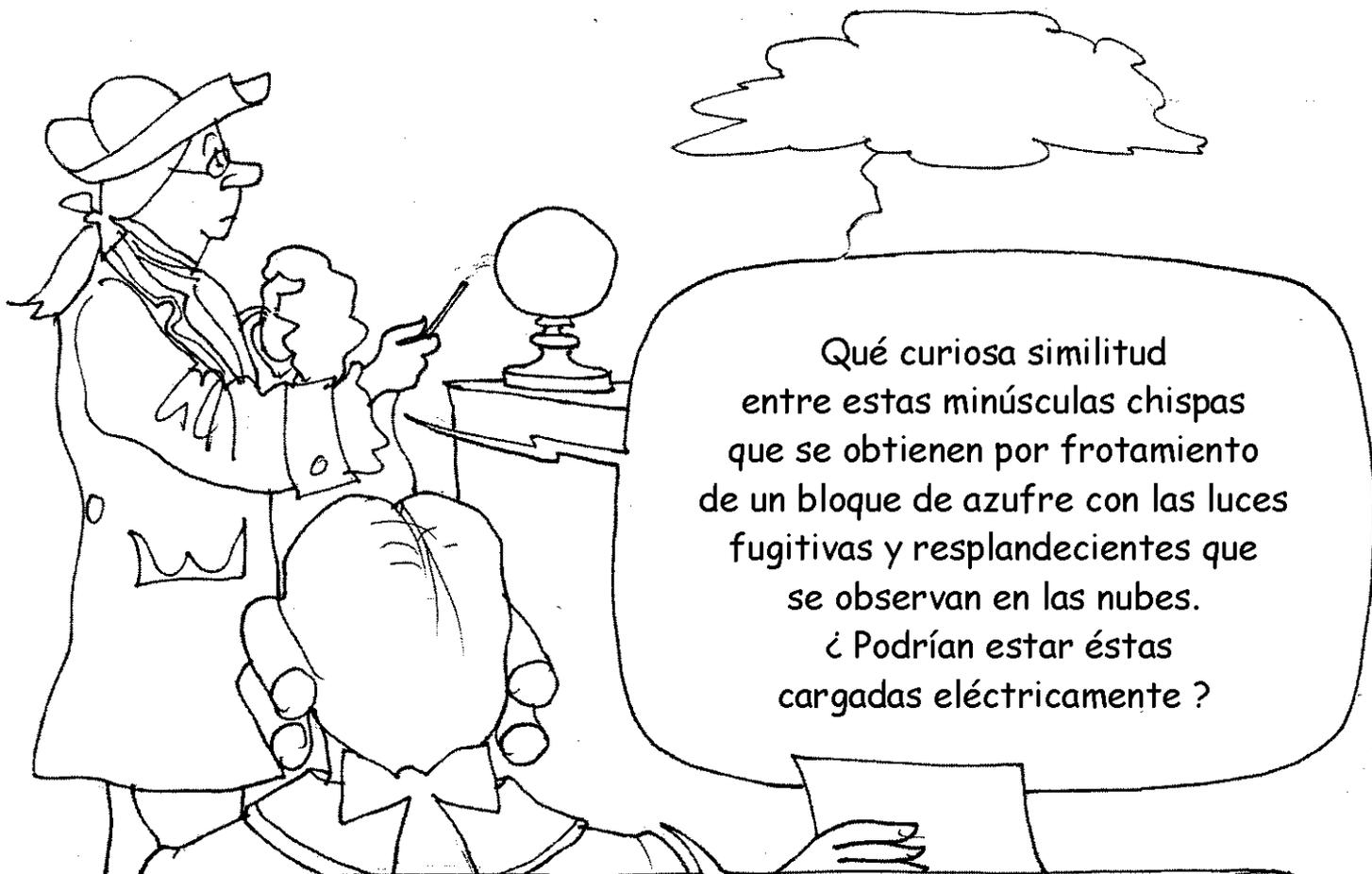
La tal electricidad no tiene verdaderamente ningún interés. A lo sumo, se trata de una diversión de salón. Si queréis mi opinión, no tiene futuro alguno.



(*) Los condensadores son los peores sistemas de almacenamiento de energía que se pueden imaginar, incluso con los mayores de que se dispone hoy día apenas si se podría preparar un té para cuatro personas.

LA ELECTRICIDAD EN LA NATURALEZA

En Filadelfia, en 1750, Benjamin Franklin.



Mi querido amigo, ¿acaso no habéis visto esta carta procedente de Londres? La academia se burla de vuestras ideas, a las que considera fantásticas.



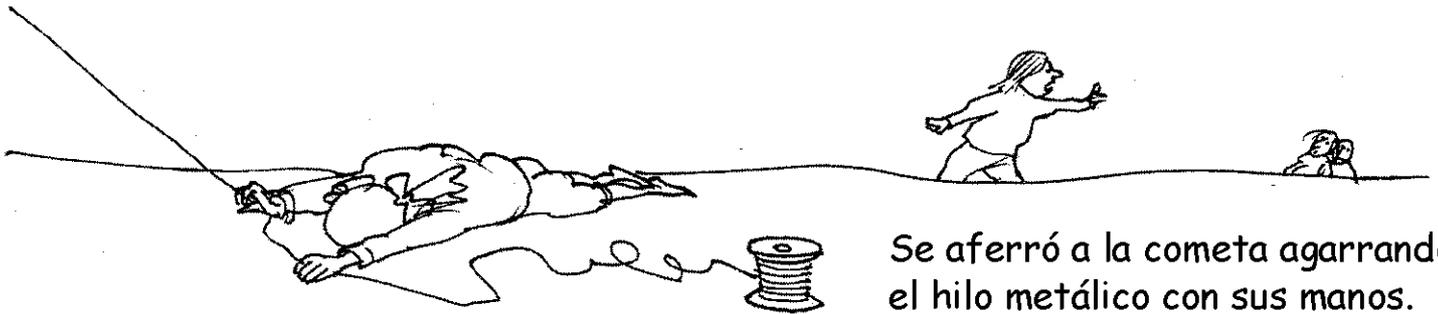
Si, tal como pienso, son descargas,
parecen ser muy poderosas. Sería prudente
no servir yo mismo de canal para el fuego eléctrico.
Se requiere un mínimo de precaución.

Ah, se acerca una bella
nube de tormenta.

¡ *Good Heavens,*
hay una linda chispa
entre la llave y la barra
de hierro ! (*)

(*) que casi fundió la llave.

Benjamín Franklin tenía razón y sus detractores estaban equivocados: la noticia se difundió como el rayo. Pero los otros experimentadores no fueron tan prudentes. Un año después, en San Petersburgo, Georg Wilhelm Richmann fue el primero en morir... electrocutado.



Se aferró a la cometa agarrando el hilo metálico con sus manos.

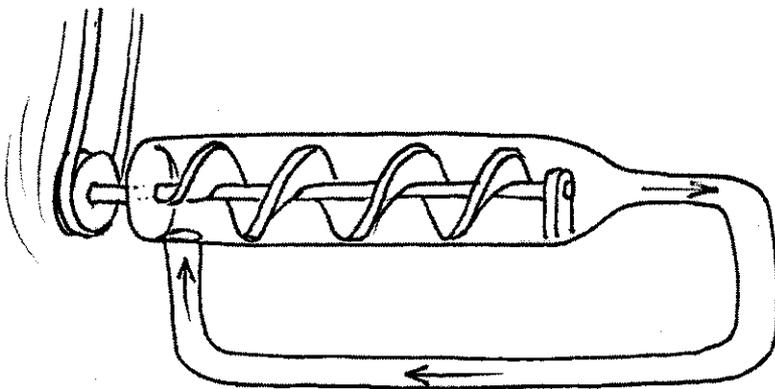
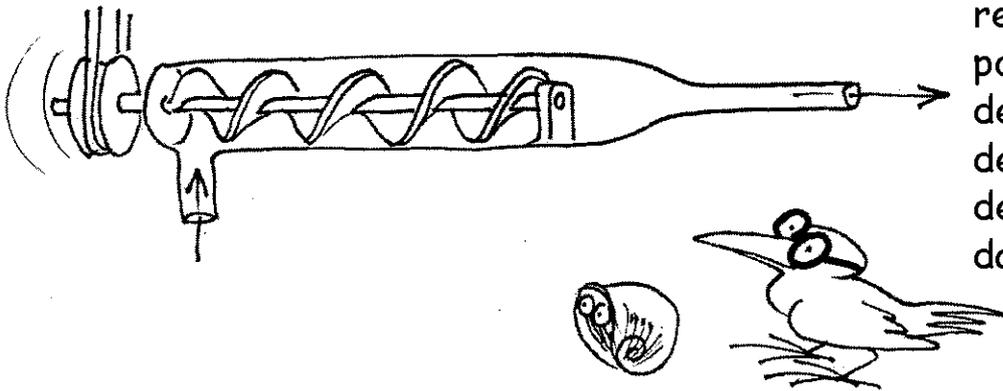
No juegues con una cometa cuando hay tormenta. Una cuerda mojada puede resultar muy conductora como para permitir que el rayo te mate.

¿ Pero qué carga estas nubes con electricidad ?

Una vez más la **TRIBOELECTRICIDAD**, el frotamiento de dos sustancias entre ellas. En las nubes volcánicas, finos polvos forman torbellinos en el gas. Estos polvos se electrizan y son recorridos por potentes resplandores. En las nubes ordinarias hay minúsculos cristales de hielo que, al caer dentro de una fuerte corriente ascendente de aire, se electrizan y cargan la masa nubosa.

Puntualicemos un poco. Todo comenzó en el siglo V a. C., cuando Tales, frotando trozos de ámbar, atrajo pequeños objetos. Trece siglos después, cuando el interés por las ciencias despertaba en Europa, la gente empezó a frotar todo lo que caía en sus manos: resina, vidrio, etc.... Aprendió cómo acumular cargas eléctricas en los condensadores, primero a mano y luego con la ayuda de máquinas capaces de producir peligrosas conmociones. Pero hubo que esperar el nacimiento de las fuentes de **CORRIENTE ELÉCTRICA** para que la "mágica electricidad" encontrara un lugar en las actividades humanas diferente al de la simple curiosidad. La primera fuente extraía su energía de la química. Fue la **PILA** inventada por el italiano Alessandro Volta en 1800. Después Gramme, Tesla y muchos otros inventaron máquinas que convertían la energía mecánica en corriente eléctrica. La descripción de sus principios cae por fuera de los límites de la presente obra. Para nosotros, aquí, un **GENERADOR ELÉCTRICO** se considerará como una "bomba de electrones" (*).

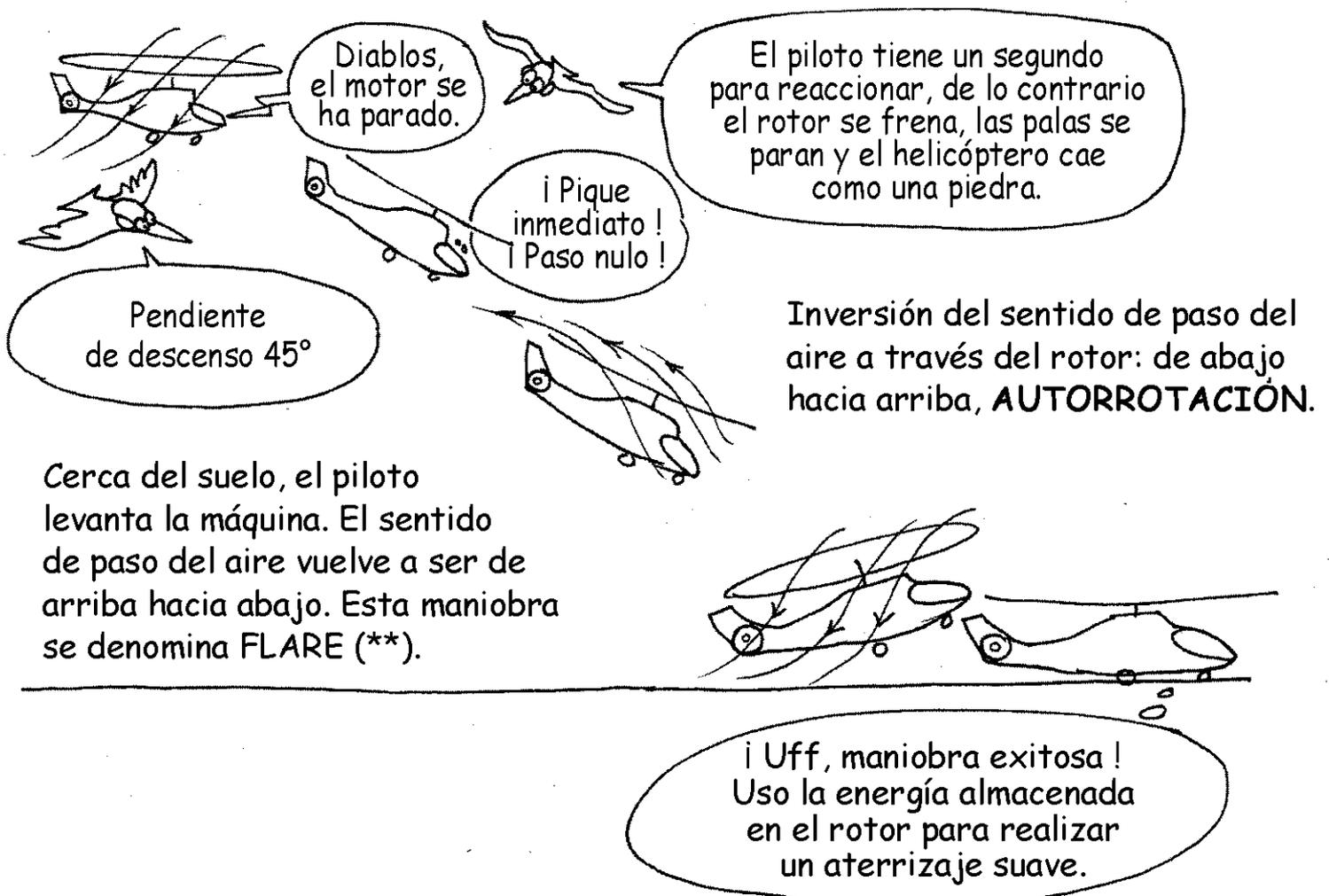
Una bomba no puede funcionar de manera **CONTINUA** si no hay retorno del fluido que pone en movimiento, es decir si no hay un bucle de **CORRIENTE**, pues de lo contrario estará dando vueltas en el vacío.



(*) Una "bomba de electrones", recordando que debido al error cometido en el siglo XVIII, se dio a la "corriente eléctrica" un sentido opuesto al de la circulación de los electrones.

LA CORRIENTE CONTINUA (+)

Las fuentes domésticas de **CORRIENTE CONTINUA** son las **PILAS** (no recargables) y los **ACUMULADORES** (recargables) que equipan los automóviles y todos los aparatos **SIN CABLES**. En el mundo automotor se desarrollan sistemas **HÍBRIDOS** en los que los acumuladores son recargados continuamente por motores convencionales que pueden trabajar con un mejor rendimiento y consumo. El franco australiano Pascal Chrétien (*) es el pionero del helicóptero híbrido, sistema que suple el mayor defecto de esta máquina voladora: su incapacidad de posarse a tierra sin riesgo si un daño del motor se produce en la **ZONA DE PELIGRO**, haciendo imposible el aterrizaje en autorrotación. A su manera, un helicóptero puede **PLANEAR**, pero al precio de una delicada **TRANSICIÓN**.

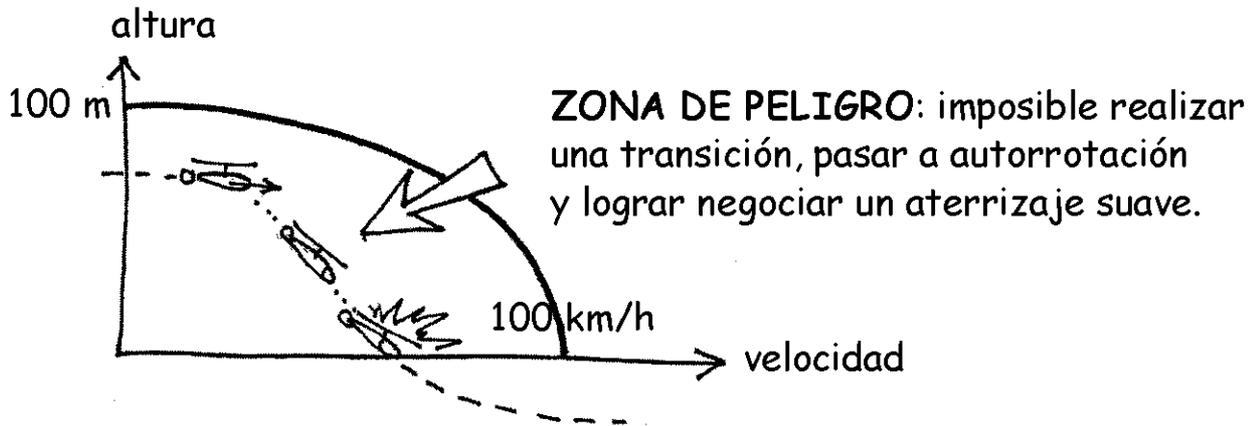


(+) También llamada **CORRIENTE DIRECTA** (NdT).

(*) Pascal Chrétien : pascal.chretien@swissmail.org

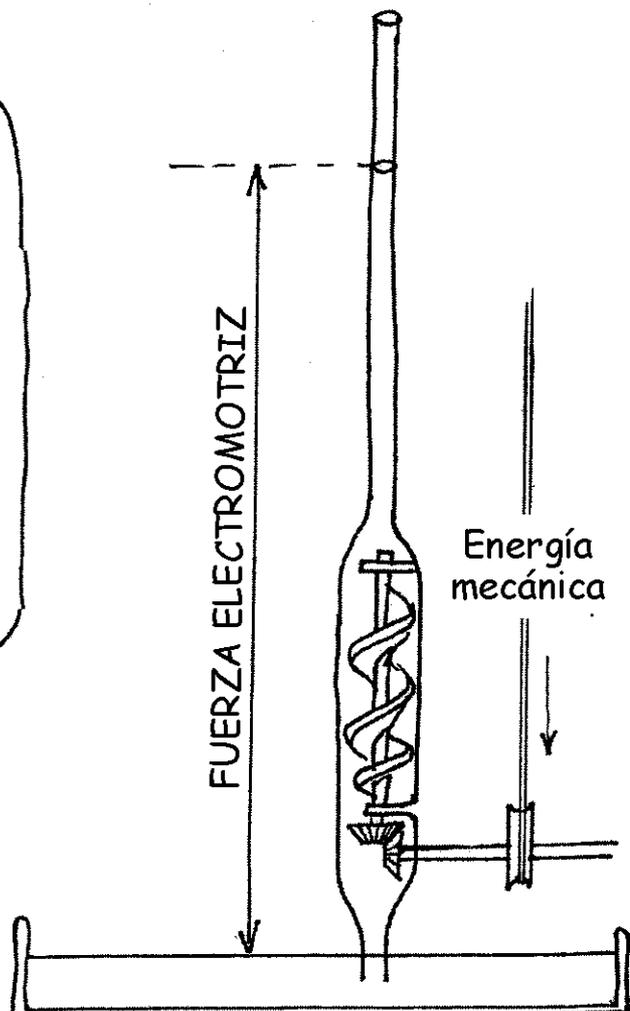
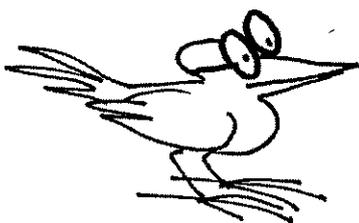
(**) Ver *La pasión vertical*, telecargable en: <http://www.savoir-sans-frontieres.com>

Pero esta maniobra sólo se puede efectuar si se tiene, a nivel del suelo, una velocidad de 100 km/h, o si a velocidad cero se está a más de 100 metros de altura, o, en una situación intermedia, si no se encuentra uno en la **ZONA DE PELIGRO**.

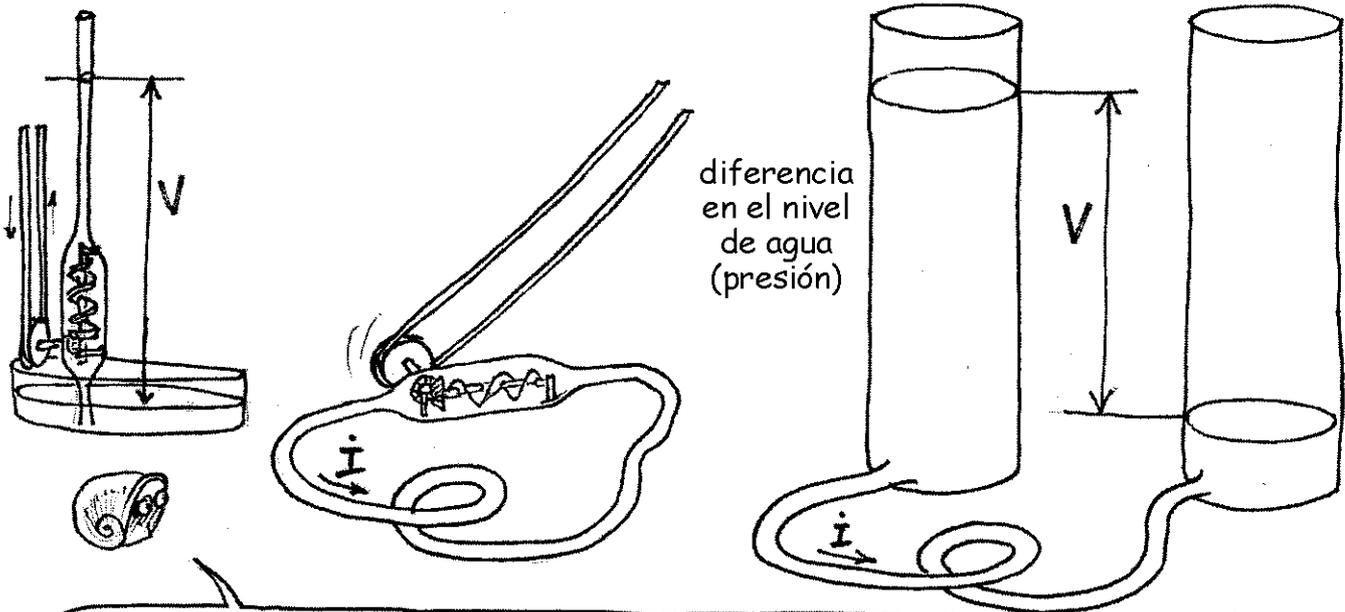


Sin embargo, la mayor parte del tiempo los pilotos de helicóptero operan "en la zona de peligro". El hecho de disponer permanentemente de una reserva de energía (eléctrica) en una batería les permite superar la deficiencia de su motor convencional, de manera que un motor eléctrico toma el control, anulando el peligro inherente para el helicóptero (*).

Volvamos a la corriente continua.
 Un generador eléctrico es una bomba de electrones, capaz de suministrar una "presión electrónica" llamada **FUERZA ELECTROMOTRIZ**.
 Si se compara este generador con una bomba de agua, la imagen correspondiente sería la altura (igual: presión) a la cual la bomba puede elevar el fluido, en un "CIRCUITO ABIERTO".



(*) Idea debida a Pascal Chrétien (2002).

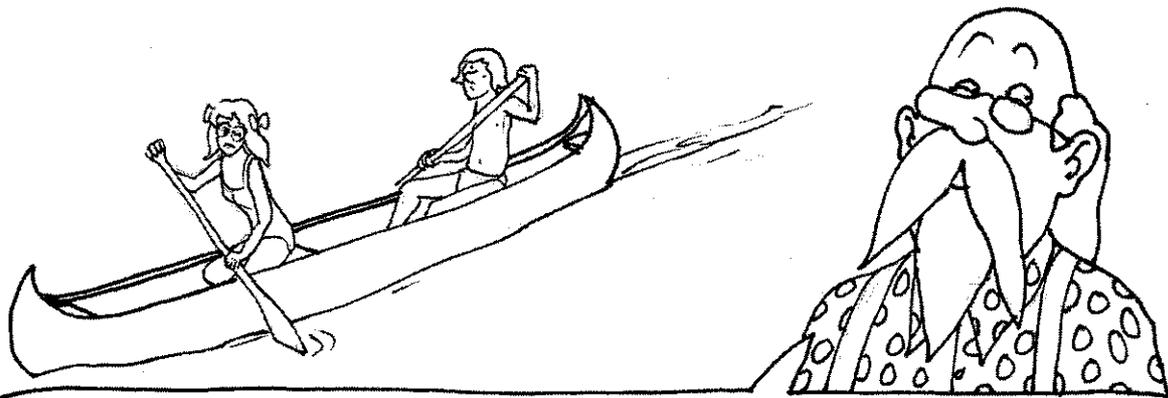


Al conectar una manguera de sección s y longitud L , se obtendrá el mismo flujo I (análogo de la intensidad eléctrica) que conectándolo a una bomba (análogo del generador eléctrico), o a dos reservorios que tengan una diferencia en la altura de agua, idéntica al poder elevador de la bomba (análogo de la **FUERZA ELECTROMOTRIZ**).

Siempre dentro de la analogía hidráulica, ¿qué es lo que limita el flujo de agua I en un tubo para una diferencia de altura del agua V (o una presión de admisión suministrada por la bomba) ?

La **FRICCIÓN** del agua con las paredes del tubo.

¿Quieres decir que el agua es frotada... al interior del tubo ?



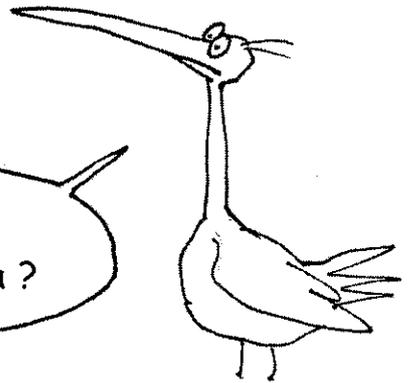
Cuando reman en el lago, tú y Sofía, deben empujar duro sus remos para vencer el roce del agua sobre el casco. Y cuando cesan de remar, su canoa no tarda en detenerse, ¿no es así?

Al hacerlo, gastamos **ENERGÍA** y se la transmitimos al fluido. Pero después, ¿a dónde va?
¿En qué se transforma?

Bueno, se producen remolinos. Llamémosle energía de torbellino.



Sí, pero los remolinos terminan por desaparecer. A fin de cuentas, ¿en **QUÉ** se convierte esta energía?



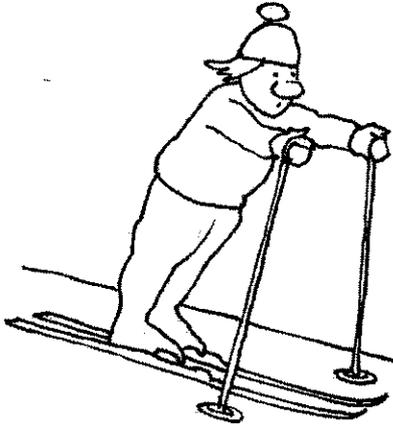
Se transforma en **CALOR**. Al remar, en efecto, están calentando el agua del lago. Aunque no demasiado puesto que el agua tiene una gran **CAPACIDAD CALORÍFICA**.



La fricción es el fenómeno a través del cual la naturaleza transforma la energía mecánica en energía térmica, en calor. Es lo que se hace cuando se frota las manos una contra la otra para calentarse. Incluso se puede derretir el hielo frotándolo.



¿ En serio ?



Cuando se está en una pendiente suave de esquí y se debe ejercer una pequeña presión para comenzar a deslizarse, se hace no para "despegar los esquís" sino para derretir una delgada capa de nieve en contacto con ellos, gracias al calor liberado por el roce. Así que no se esquía sobre la nieve sino sobre una delgada película de agua, que vuelve a congelarse de inmediato.



Eso me da una idea.

Marie, ¿ sabías que cuando agitas tu cuchara dentro de la mayonesa, elevas su temperatura ?

Pero no mucho dado que la mayonesa tiene una elevada capacidad calorífica.

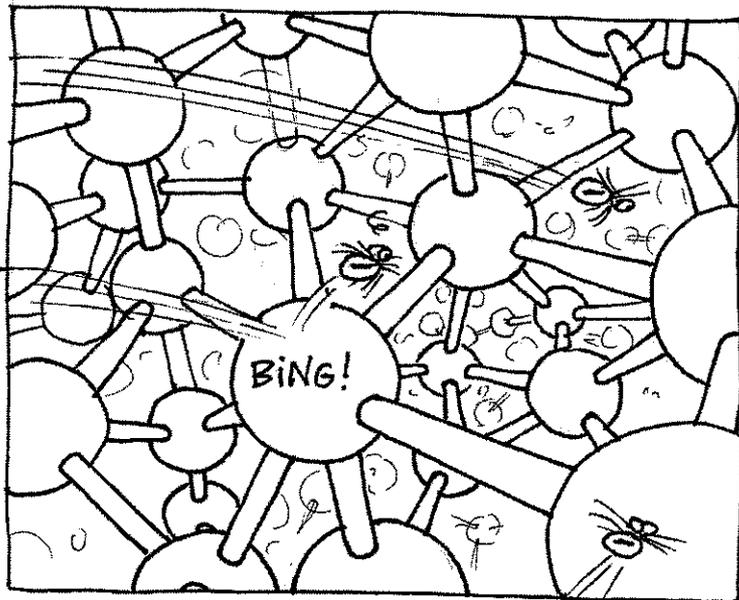
¿ Qué tiene que ver todo esto con la electricidad ?



RESISTENCIA



¡ No me vayan a decir que los electrones que se mueven por un cable rozan con la envoltura aislante de éste !



La red, fija, de los átomos de un metal forma obstáculos que frenan el avance de los electrones. Entrando constantemente en colisión con aquellos, éstos les transmiten energía.



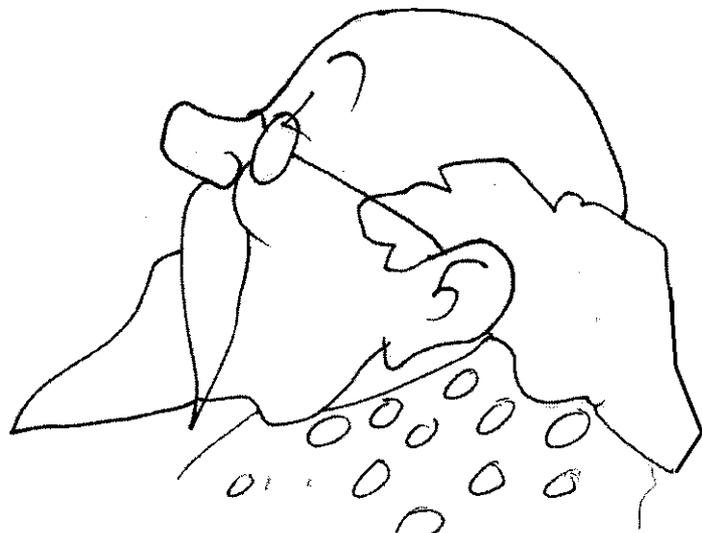
¿ Pero cómo pueden los átomos del metal adquirir energía si no pueden moverse ?

Es toda la red la que entra en vibración.

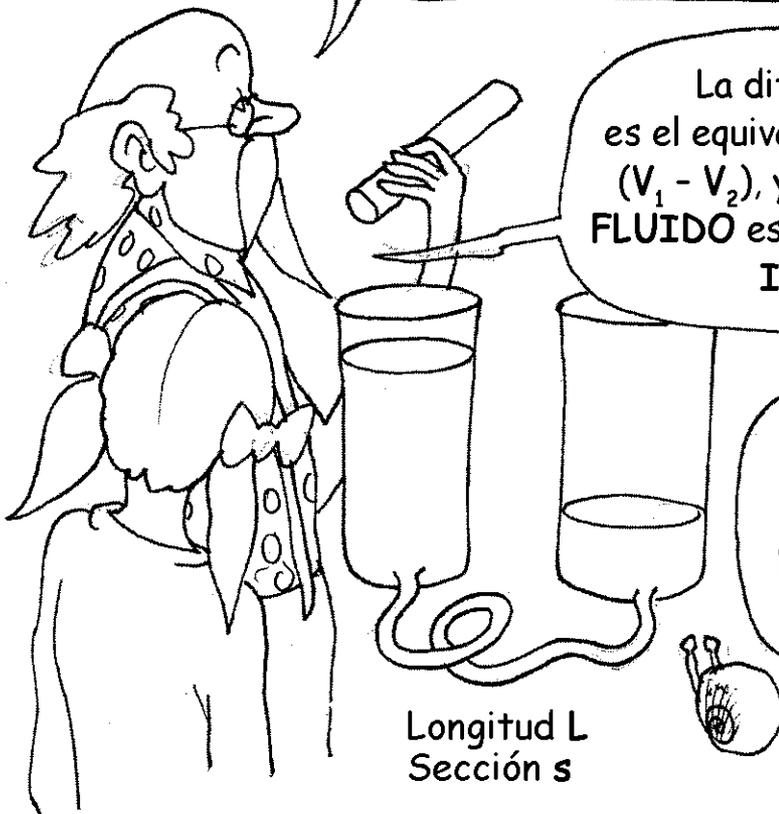


Cuando coloco esta plancha contra mi mejilla, no siento vibrar ninguno de sus átomos.

Però los átomos de tu mejilla si lo sienten.



Si se quisiera completar la analogía entre la electricidad y la hidráulica, habría que hacer circular un líquido en un **MEDIO POROSO**, cuya **POROSIDAD** sería el equivalente de la **CONDUCTIVIDAD (*)** de un material **CONDUCTOR** de la electricidad.



La diferencia de presiones ($P_1 - P_2$) es el equivalente de la diferencia de potencial ($V_1 - V_2$), y el flujo de esta **CORRIENTE DE FLUIDO** es el equivalente de la **INTENSIDAD I** de la corriente eléctrica.

Por lo tanto, la cuestión sería: para una diferencia de presión $V = P_1 - P_2$, con un conducto de porosidad $\pi = 1 / \rho$, de longitud L y sección s dadas, ¿cuál sería el flujo I ?

- 1) Cuanto mayor sea la porosidad π (o la conductividad eléctrica σ), mayor será el flujo (intensidad eléctrica)
- 2) Cuanto más largo sea el tubo, más le será difícil al líquido (o electrones) pasar.
- 3) Cuanto menor sea la sección: ídem.



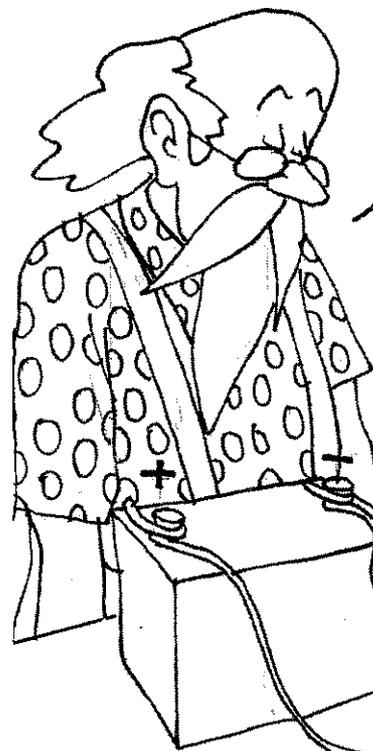
Qué dirían de una ley del tipo :

$$\text{Flujo } I = \frac{\text{diferencia de presión } (P_1 - P_2)}{\text{resistividad } \rho \times \text{longitud } L / \text{sección } s}$$

Muy bonita.
¿Y qué se obtiene al hacer la transposición a la electricidad?



(*) La **RESISTIVIDAD** es el inverso de la **CONDUCTIVIDAD**.



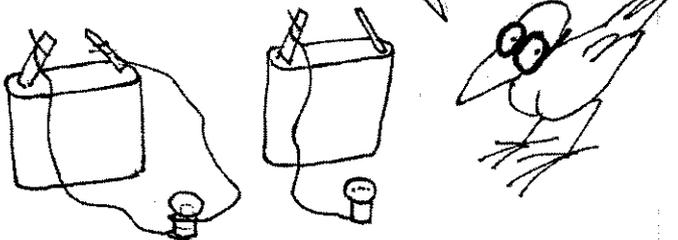
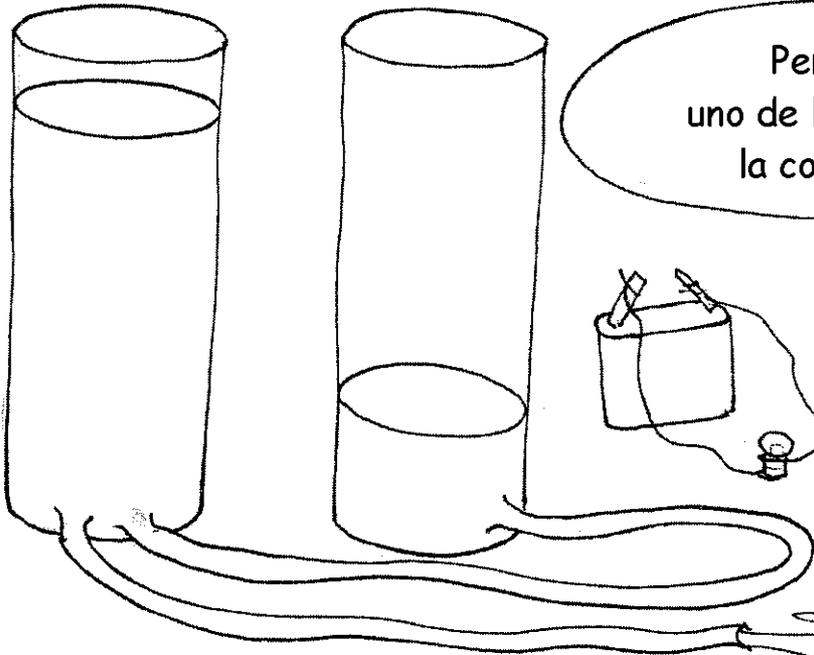
En electricidad la fórmula equivalente es :
$$I \text{ (intensidad eléctrica)} = \frac{V_1 - V_2}{\rho L / s}$$
donde $V_1 - V_2$ es la diferencia de potencial.

En otras palabras,
la resistencia al avance de un fluido en un tubo se calcula con una fórmula similar en todo a aquella que permite calcular la resistencia eléctrica de un cable.

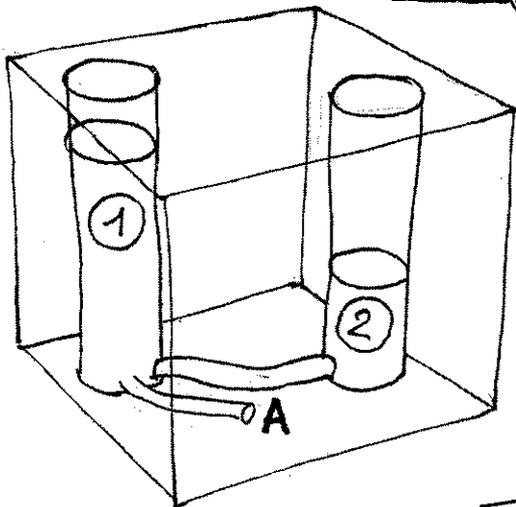
Espera un momento. Hay una cosa que no comprendo de esta analogía hidráulica. Para hacer fluir un líquido dentro de un tubo, o un conducto poroso, no necesito disponer de dos reservorios de niveles diferentes.



Pero si se coloca uno de los cables "al aire", la corriente no pasa.



Olvidas algo : el aire no es un **CONDUCTOR**, sino un **AISLANTE**. Si quieres completar tu analogía, tendrás que introducir el montaje en un material plástico, plexiglás.



El líquido contenido en el recipiente 1 no puede fluir por el orificio A.

RESISTENCIA INTERNA

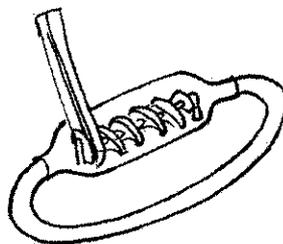
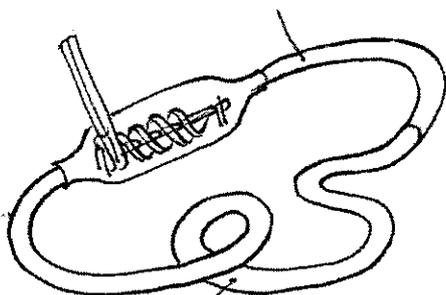


Si pongo los bornes de esta batería en **CORTO CIRCUITO**, debería haber una corriente sumamente intensa, y aquella debería descargarse instantáneamente, ¿no es así ?



No, porque todo generador eléctrico, cualquiera que sea, posee una **RESISTENCIA INTERNA** no nula que le impone un límite máximo a la corriente que puede suministrar.

RESISTENCIA INTERNA



Generador puesto en corto-circuito sobre su resistencia interna.

RESISTENCIA EXTERNA

(*) Para que se establezca en el aire una descarga eléctrica entre dos electrodos a un centímetro de distancia, se requiere una tensión de 20.000 voltios.

LOS PELIGROS DE LA ELECTRICIDAD

1780

¡ Mamma mia ! ¡ Las patas de esta rana se mueven bajo el efecto de la electricidad !?!

Oh sí. Antes de que Alessandro Volta inventara la PILA, Luigi Galvani descubrió que los músculos se contraían cuando eran atravesados por pequeñas corrientes.

?!?

Lo que vale para las ranas también vale para los seres humanos y los caracoles.

Si se toca una fuente de corriente que suministre una tensión menor que 50 voltios, no habrá ningún peligro, a condición de tener las manos bien secas.

El cuerpo humano contiene numerosos elementos que conducen bien la electricidad : los nervios, los vasos sanguíneos, los músculos, las vísceras. Por debajo de 50 voltios, la piel se comporta como un aislante.



¿Y por encima?

Por encima, una corriente eléctrica pasa a través del cuerpo. Si la piel está mojada, la corriente se infiltrará por los canales a través de los cuales fluye el sudor.

epidermis

glándulas sudoríparas

Esta variación de conductividad es usada por los **DETECTORES DE MENTIRAS** (la gente suda cuando dice mentiras o está emocionada), así como por la secta de la **CIENCILOGÍA**, que llama **ELECTROPSICOMÉTROS** a estos aparatos.

Los daños corporales causados (*) dependen de la intensidad de la corriente. Un milésimo de amperio produce un leve cosquilleo. Con unos cuantos centésimos de amperio, la corriente toma el control de los músculos. Las manos quedan crispadas en los cables, el diafragma se **TETANIZA**, la respiración se bloquea y se produce muerte por asfixia. La corriente que circula a través del cuerpo daña los nervios y calcina los músculos. Con un décimo de amperio, el corazón se para, o late de manera incoherente (fibrilación).



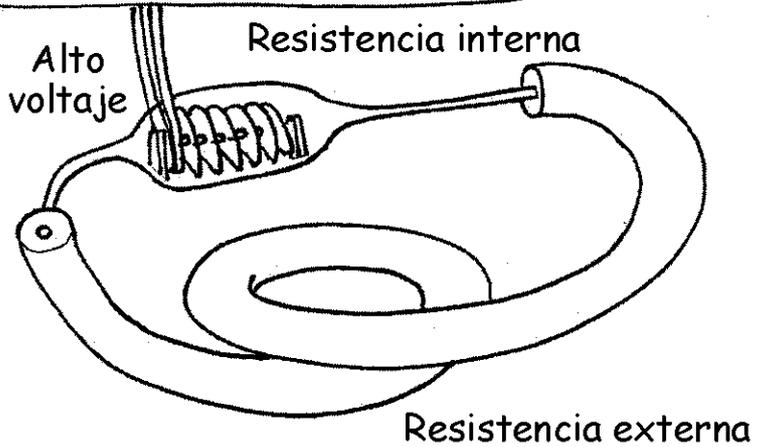
Hay algo que no comprendo. Aquí hay una fuente de alto voltaje (**) que genera varios miles de voltios y crea chispas de varios milímetros. Y sin embargo, no produce más que un pequeño cosquilleo.



(*) Cada año mueren electrocutadas 200 personas en Francia.
 (**) Una "bobina de Ruhmkorff".

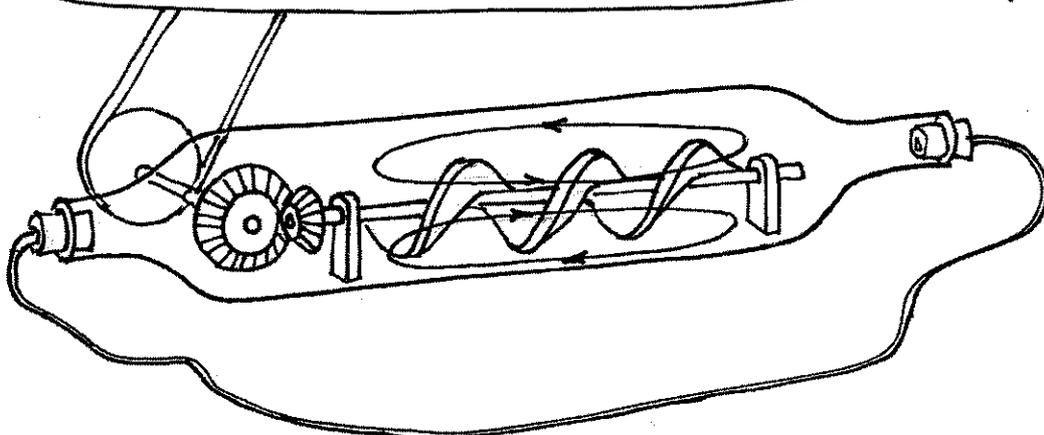
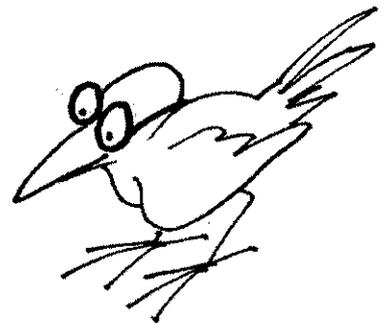


Porque su **RESISTENCIA INTERNA**, muy grande, limita la intensidad de la corriente a un milésimo de amperio, incluso si se conecta la fuente a un objeto muy conductor de la electricidad.

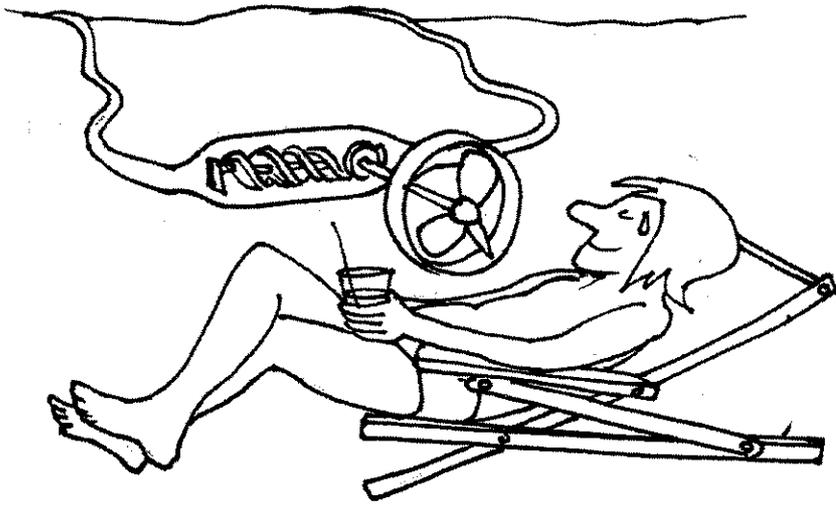


PÉRDIDAS EN LÍNEA

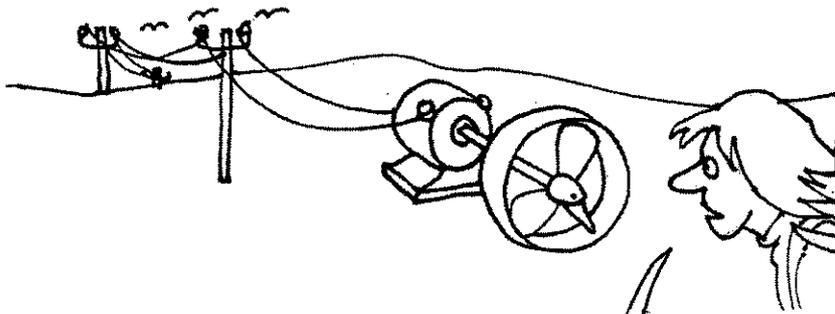
El dibujo de nuestra bomba no fue hecho al azar. El tornillo de Arquímedes no toca la pared interior, lo que hace que, incluso girándolo a velocidad constante, el flujo esté condicionado por el roce del tubo, que le opone una **RESISTENCIA** a la **CORRIENTE** de fluido. Si esta bomba está conectada a un tubo muy delgado, el flujo en éste tenderá a cero.



El transporte de electricidad a distancia permite numerosas funcionalidades: calentamiento, iluminación (al calentar el filamento de una lámpara incandescente) y la producción de energía mecánica con la ayuda de **MOTORES ELÉCTRICOS**.

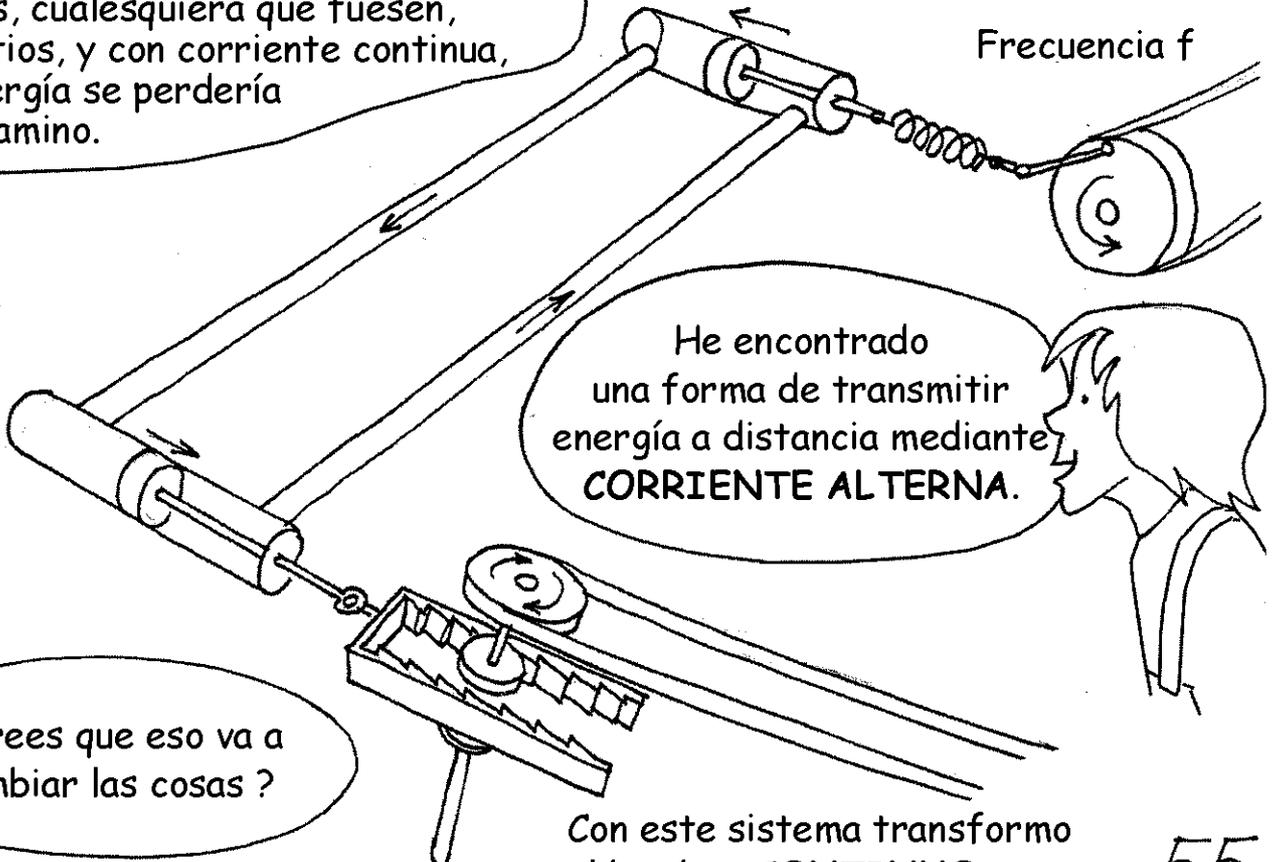


Si el conducto que la transporta es muy largo, será fuente de numerosos roces de modo que el fluido apenas si podrá circular. Toda la energía se disipará por fricción y no servirá más que para calentar el ambiente: se habrá perdido en el camino.



Mi fuente de **CORRIENTE CONTINUA** está a un centenar de kilómetros. La resistencia del cable que la transporta se ha vuelto tan grande que la corriente prácticamente no pasa.

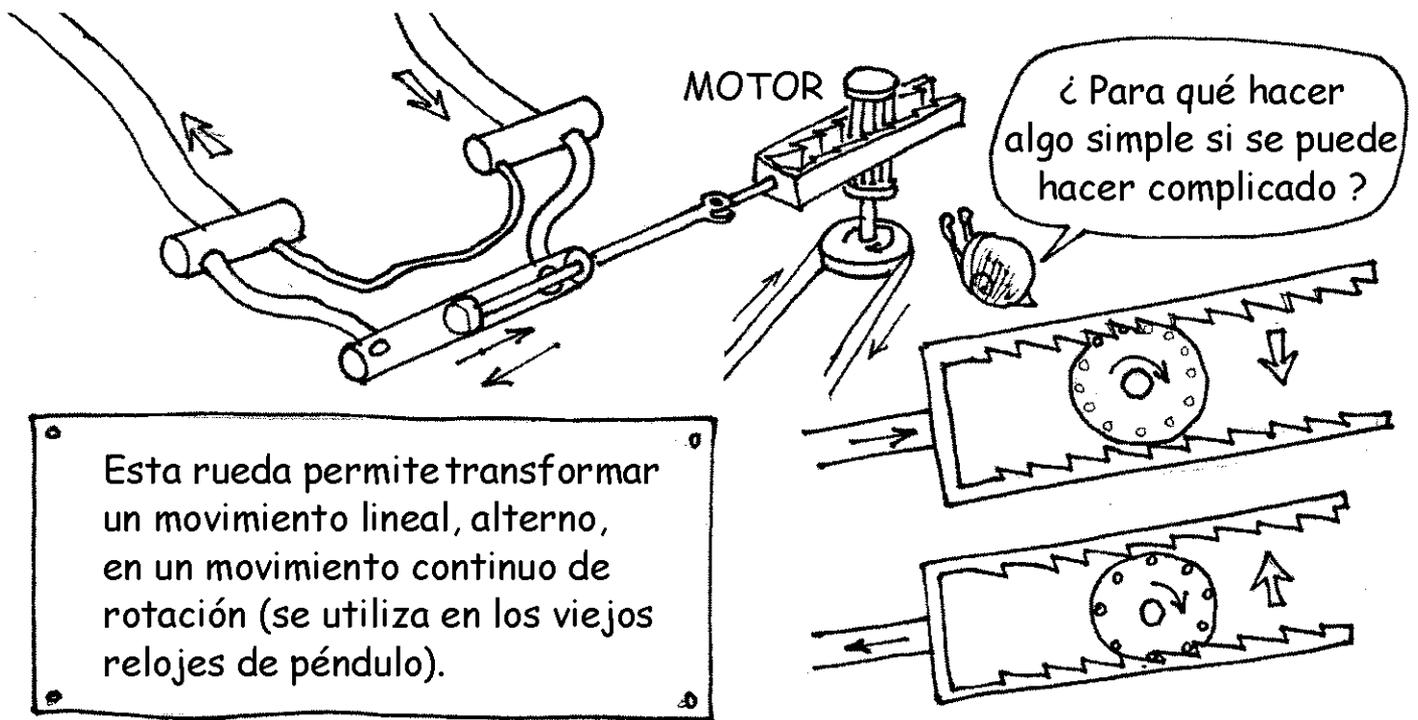
Si se alimentaran las instalaciones eléctricas, cualesquiera que fuesen, con 220 voltios, y con corriente continua, toda la energía se perdería en el camino.



He encontrado una forma de transmitir energía a distancia mediante **CORRIENTE ALTERNA**.

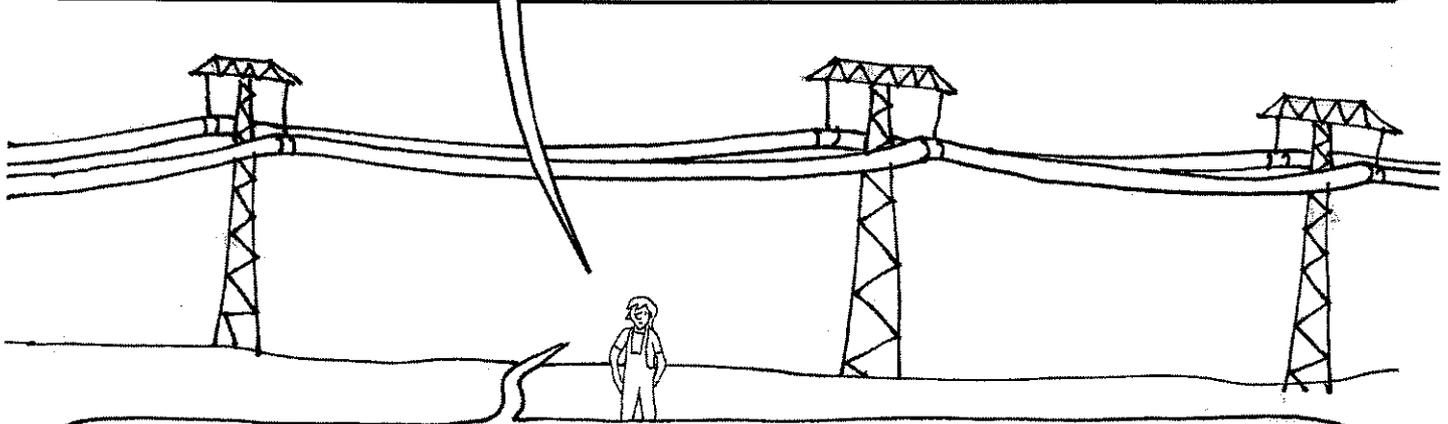
¿Crees que eso va a cambiar las cosas?

Con este sistema transformo el bombeo **CONTINUO** en **BOMBEO ALTERNO**.



Esta rueda permite transformar un movimiento lineal, alterno, en un movimiento continuo de rotación (se utiliza en los viejos relojes de péndulo).

Yo creía que la **CORRIENTE ALTERNA** permitía **TRANSPORTAR ENERGÍA A DISTANCIA** más fácilmente. Pero incluso con ella hay pérdidas grandes en el camino debido a los roces, así que en fin de cuentas estoy sólo calentando a los pajaritos.

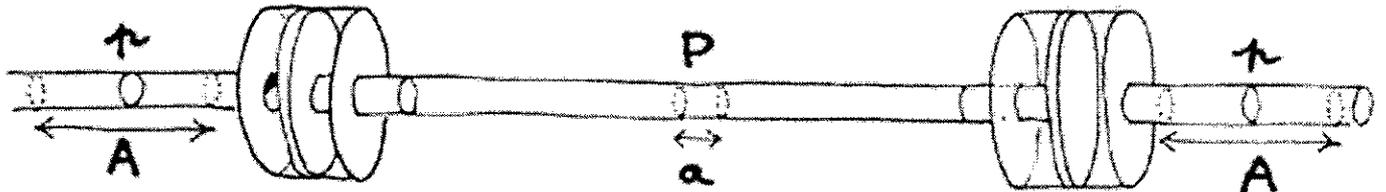


Lo que habría que hacer es reducir las pérdidas por fricción, y por lo tanto la amplitud del movimiento de vaivén de mi fluido, es decir, a frecuencia constante, el flujo, o sea la **INTENSIDAD**. ¿Pero en ese caso, si se reduce la intensidad del flujo, qué ocurre con la **POTENCIA** ?

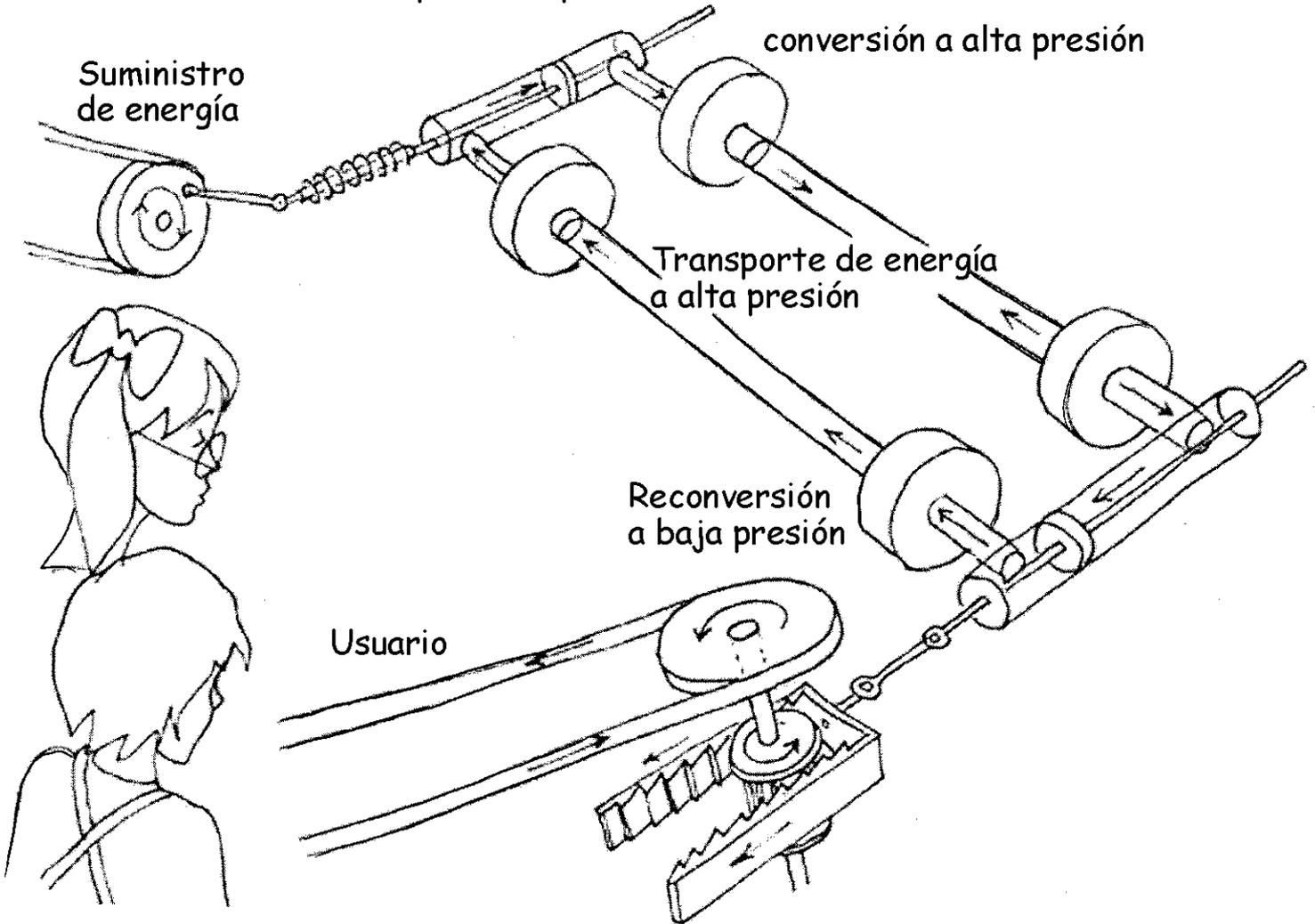


Olvidas una cosa, Anselmo. La presión no es solamente una fuerza por unidad de superficie. También es una **DENSIDAD DE ENERGÍA POR UNIDAD DE VOLUMEN**. Si disminuyes el flujo volumétrico I , al aumentar la presión podrás mantener constante el flujo de energía.

La solución es un **CILINDRO HIDRÁULICO**, que transforma un desplazamiento de gran amplitud A , a una pequeña presión p , en un pequeño desplazamiento a a una elevada presión P .



Esta configuración no cambia la cantidad de energía $p A = P a$ que es transportada a la frecuencia f . Pero como a cada ciclo el desplazamiento del fluido se reduce, lo mismo ocurrirá con las pérdidas por fricción.



En el mundo de la electricidad, el transporte de una masa de fluido incompresible será reemplazado por el transporte de cargas eléctricas. En un conductor por el que pase una **CORRIENTE ALTERNA**, las cargas eléctricas tendrán un movimiento de flujo y de reflujo. La palabra **INTENSIDAD** reemplaza a la palabra flujo y la palabra **VOLTAJE** a la presión. Un **TRANSFORMADOR** convierte la corriente de tal forma que el producto $V \times I$ se conserva. El principio de su funcionamiento, según el **ELECTROMAGNETISMO**, está por fuera del propósito de esta obra.

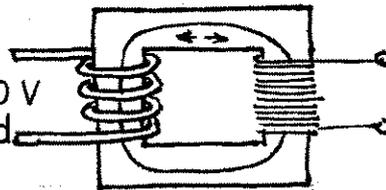
La Dirección.

LA CORRIENTE ALTERNA Y SUS VIRTUDES

Los transformadores funcionan sólo con corriente alterna.

Núcleo de hierro blando

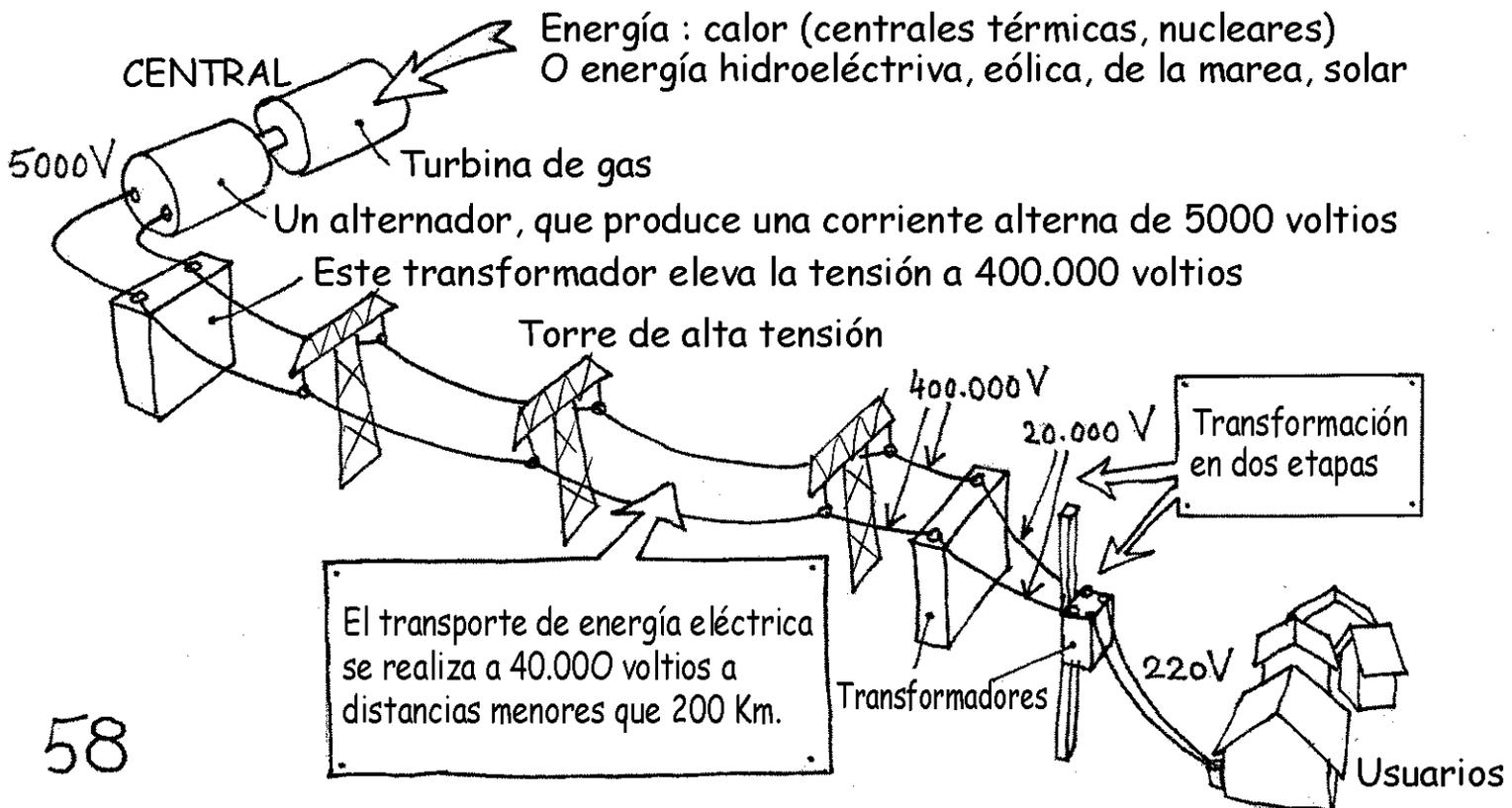
Baja tensión : 220 V
Fuerte intensidad



Alta tensión : 400.000 V
Débil intensidad

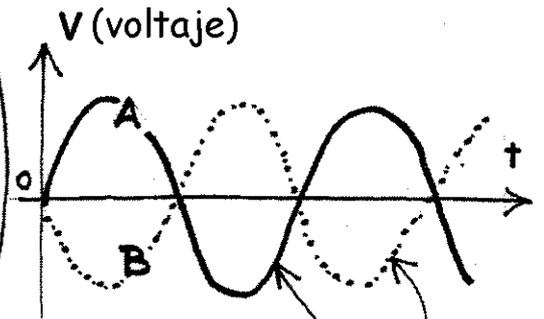


He aquí a qué se asemeja un TRANSFORMADOR. Se tienen dos circuitos, acoplados por el CAMPO MAGNÉTICO ALTERNO, que tiene un bucle en un NÚCLEO DE HIERRO BLANDO. Si la fuente de potencia (circuito denominado PRIMARIO) está a la izquierda, y la salida a la derecha (circuito denominado SECUNDARIO), el sistema funciona como ELEVADOR DE TENSIÓN, con $V_1 I_1 = V_2 I_2$. Si, por el contrario, la fuente está a la derecha, y la salida a la izquierda, éste BAJA LA TENSIÓN. Esto permite transportar la potencia eléctrica, en forma de una corriente alterna en 50 periodos (*) a alta tensión (400.000 voltios) y con una intensidad de algunos centenares de amperios por línea, a distancias no superiores a 200 kilómetros, estando la RED conformada por un conjunto de CENTRALES ELÉCTRICAS.



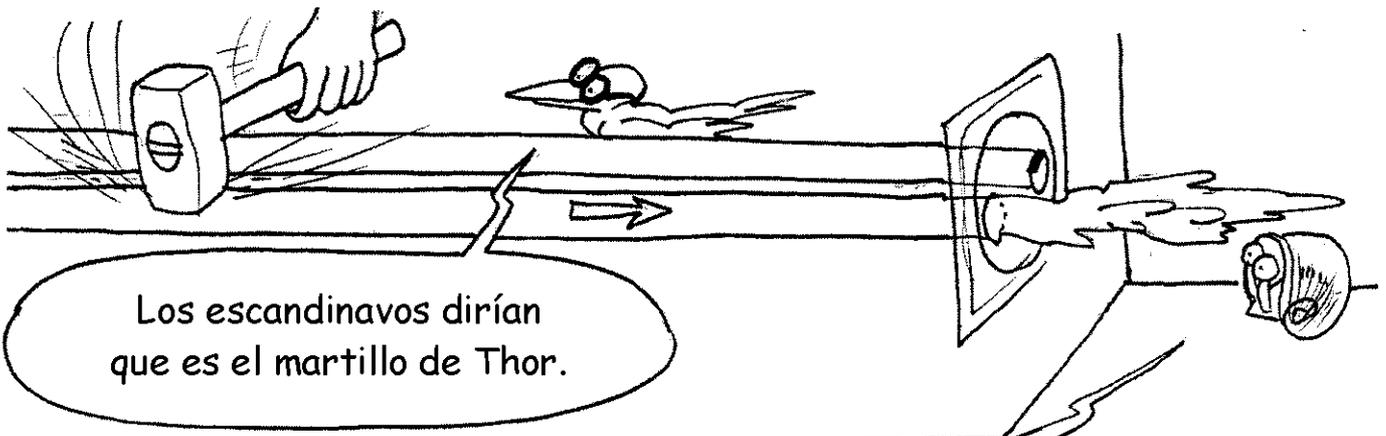
Las líneas de 400.000 voltios alimentan regiones enteras. Las de 20.000 voltios alimentan pequeñas ciudades y localidades dentro de grandes ciudades. Finalmente, una última etapa de transformadores (grandes como lavadoras, instalados en postes de concreto) alimenta una docena de viviendas, o sus equivalentes.

Todo eso parece muy simple. Basta con hacer llegar dos cables que trabajen en oposición por una simple toma de corriente. Cuando el uno tiene un voltaje positivo, el otro tiene el voltaje opuesto, y así sucesivamente, 50 veces por segundo.



No tan simple. ¿Qué haces si un rayo daña una parte de la línea ?

El **RAYO** es un fenómeno que debe ser tomado muy en serio (*). No se trata de un simple experimento de laboratorio. Si volvemos a la analogía hidráulica, sería el equivalente de un formidable golpe de martillo asestado en uno de los tubos que conducen el líquido: un verdadero golpe de ariete.

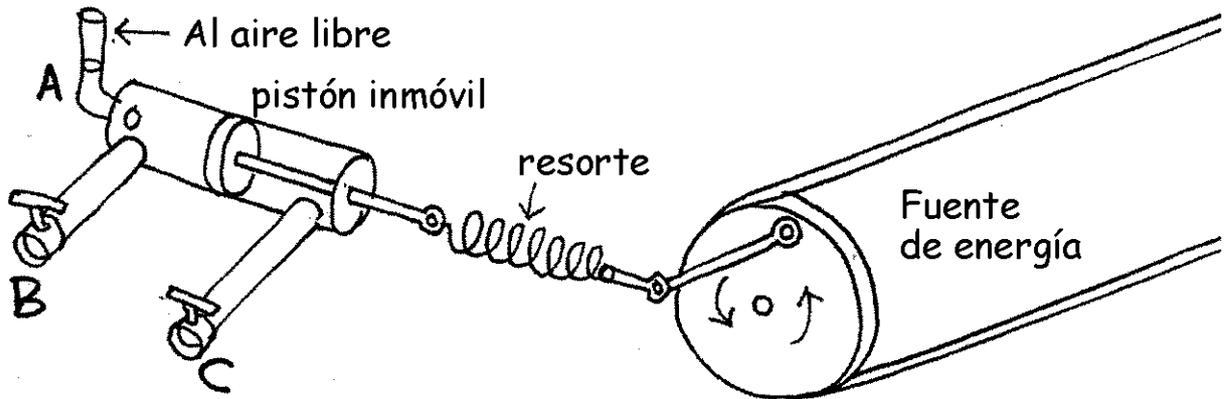


Los escandinavos dirían que es el martillo de Thor.

¿ No es el fluido eléctrico **INCOMPRESIBLE** ?

(*) ¡ Mata a 200 personas cada año en Francia !

En electricidad, lo que se llama **TIERRA** es un inmenso condensador al que se pueden enviar o del que se pueden extraer las descargas eléctricas, sin modificar su **VOLTAJE**, al que arbitrariamente se le atribuye un valor igual a cero. En hidráulica, el equivalente sería un inmenso volumen en el que no se puede modificar la **PRESIÓN**, como por ejemplo... la atmósfera. Una puesta a tierra sería allí una **PUESTA AL AIRE LIBRE**.



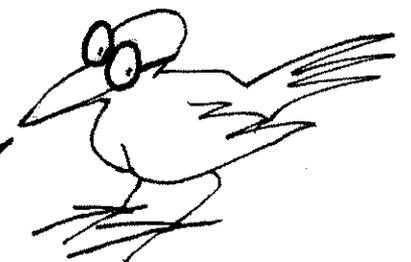
Aquí está la explicación de un misterio que pocos comprenden. Las tomas de corriente están alimentadas por corriente alterna. Cuando ésta no está conectada a ningún aparato eléctrico, o radiador, se puede utilizar un **PROBADOR**. Se descubrirá entonces que sólo una de las tomas, la **FASE**, tiene voltaje. La otra, el **NEUTRO**, no lo tendrá



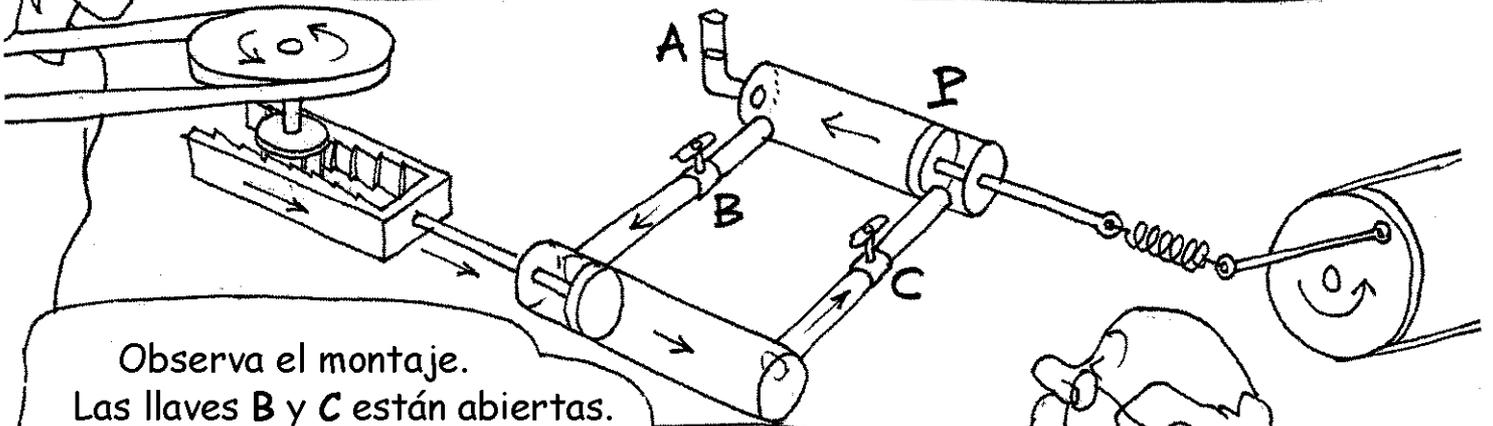
Si miran el esquema de arriba verán que: si las llaves **B** y **C** están cerradas, el pistón **P** no puede moverse. La energía queda almacenada en el resorte. Si la presión en **C** varía, mientras que la presión en **B** es nula !!



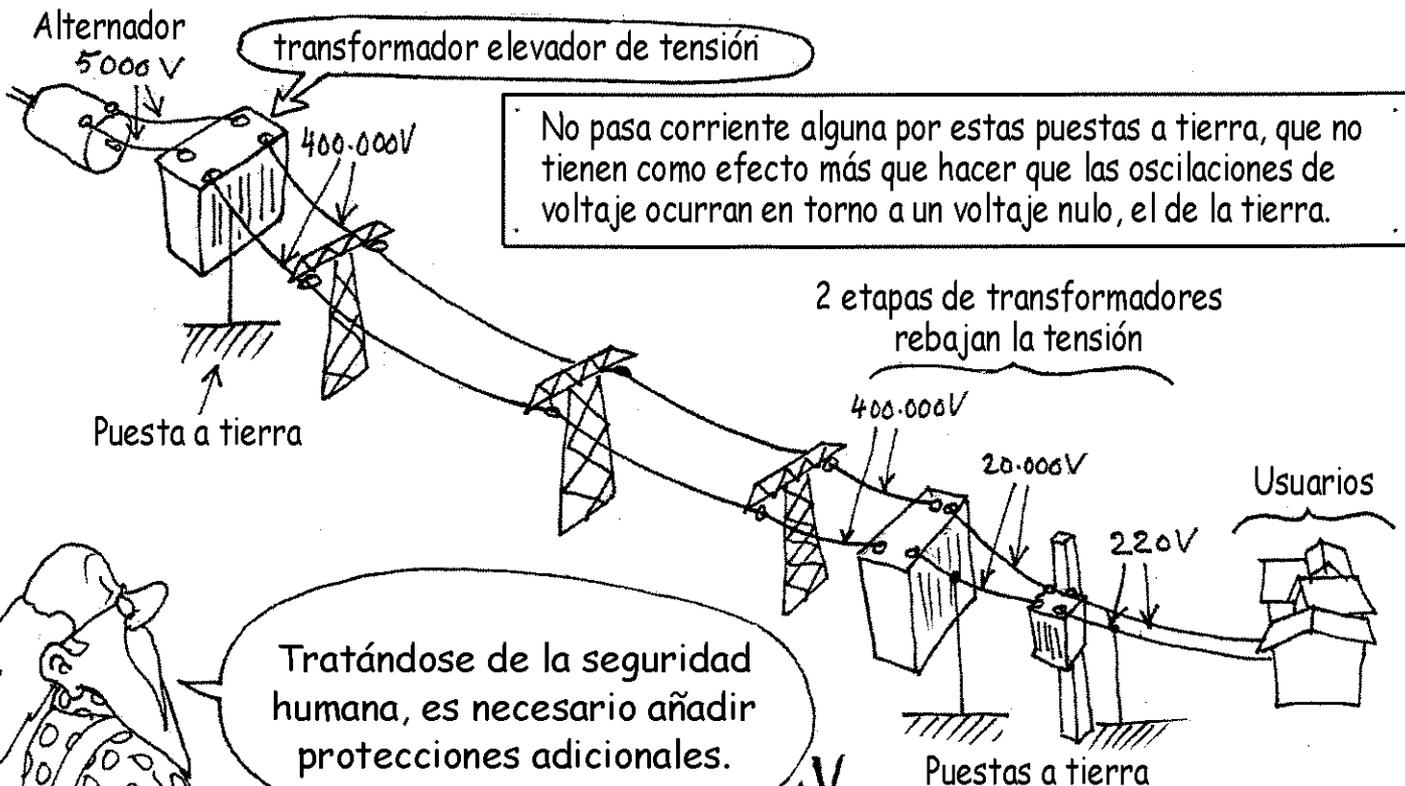
Por fuera de la toma, una de las dos líneas está puesta a tierra, lo que evacúa cualquier sobretensión debida a la caída de un rayo. La vida de todos depende de esta indispensable medida.



¿ Pero cuando se conecta algo a esta toma, la corriente va directo a tierra, no ?

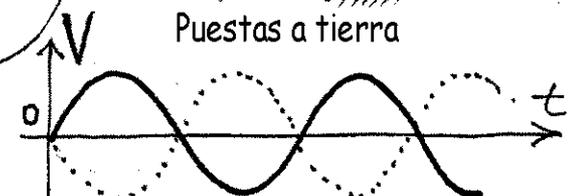


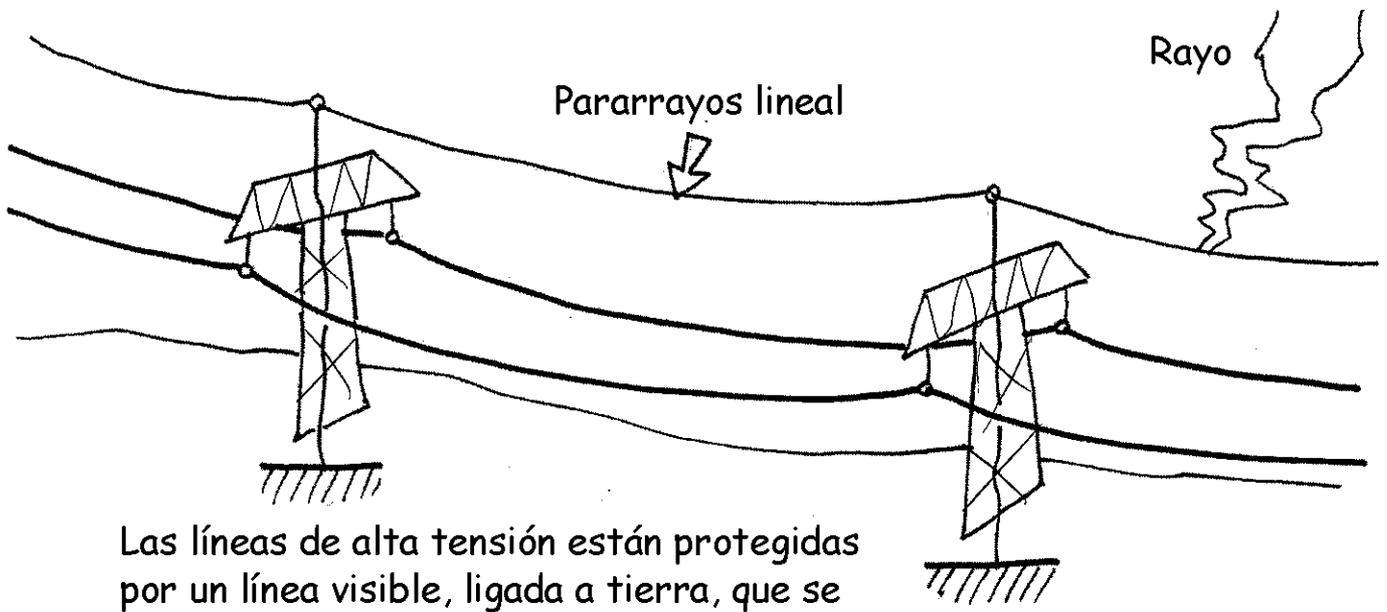
Observa el montaje. Las llaves B y C están abiertas. El pistón P se mueve. Pero el fluido no fluye en A porque se mueve en un circuito cerrado y es **INCOMPRESIBLE**. Si un volumen de fluido fluyera en A, ¿ de dónde provendría ? En ese caso las presiones en B y C variarían. Pero el montaje hace que las variaciones de presión no puedan efectuarse más que en torno a la presión atmosférica, se trate de baja o de alta tensión. Haciendo la transposición a la electricidad, estas puestas a tierra harán que las fluctuaciones de baja o alta tensión se produzcan en torno a una tensión nula.



No pasa corriente alguna por estas puestas a tierra, que no tienen como efecto más que hacer que las oscilaciones de voltaje ocurran en torno a un voltaje nulo, el de la tierra.

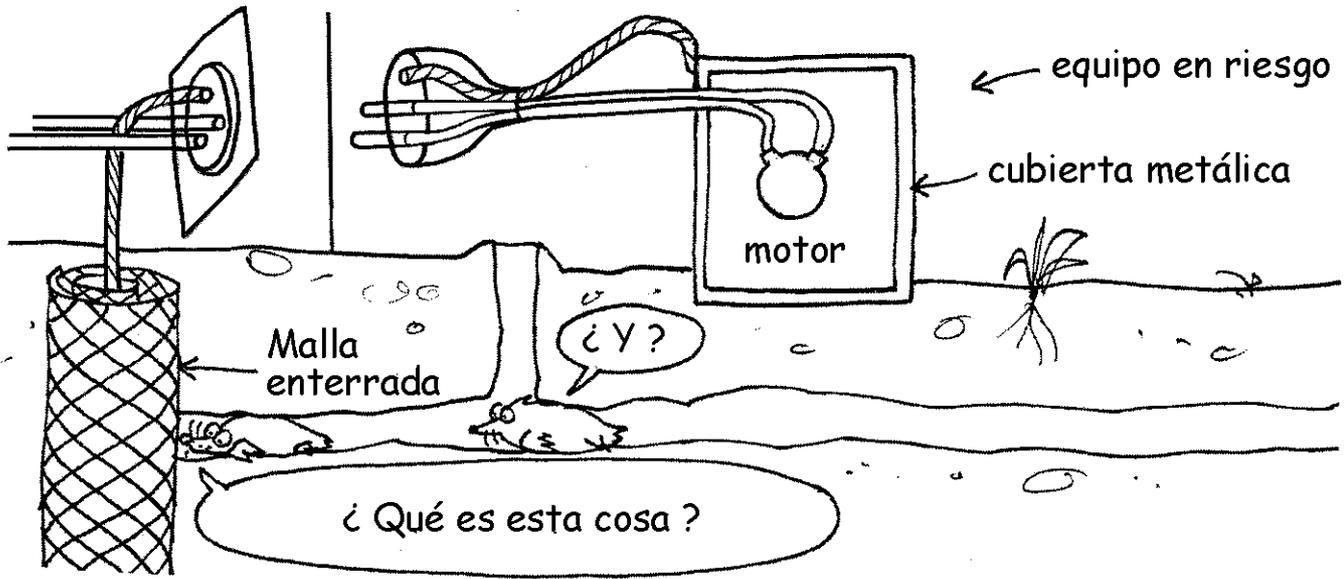
Tratándose de la seguridad humana, es necesario añadir protecciones adicionales.





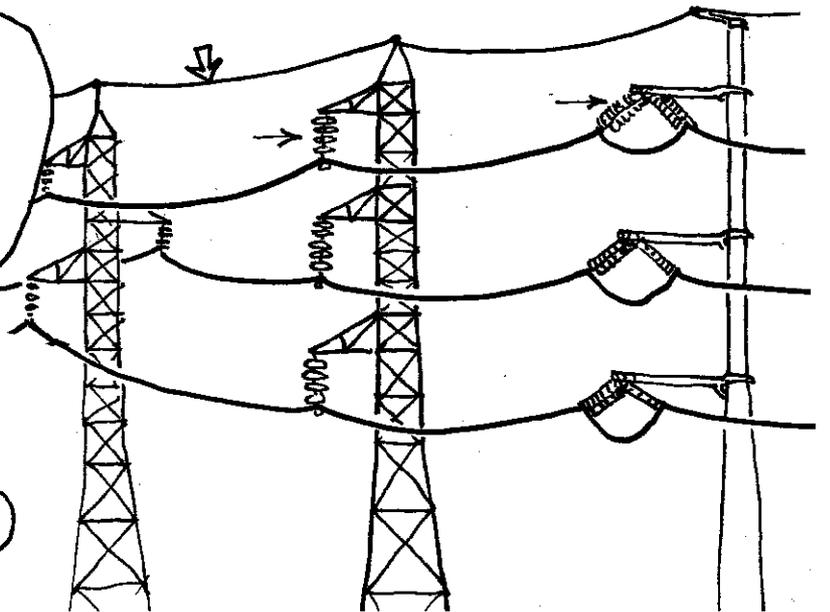
Las líneas de alta tensión están protegidas por un línea visible, ligada a tierra, que se comporta como un pararrayos lineal.

Las puestas a tierra se ven así multiplicadas. En los domicilios de los usuarios existe otra tierra, la de la vivienda, que está conectada a todos los "aparatos en riesgo" (como por ejemplo la lavadora).

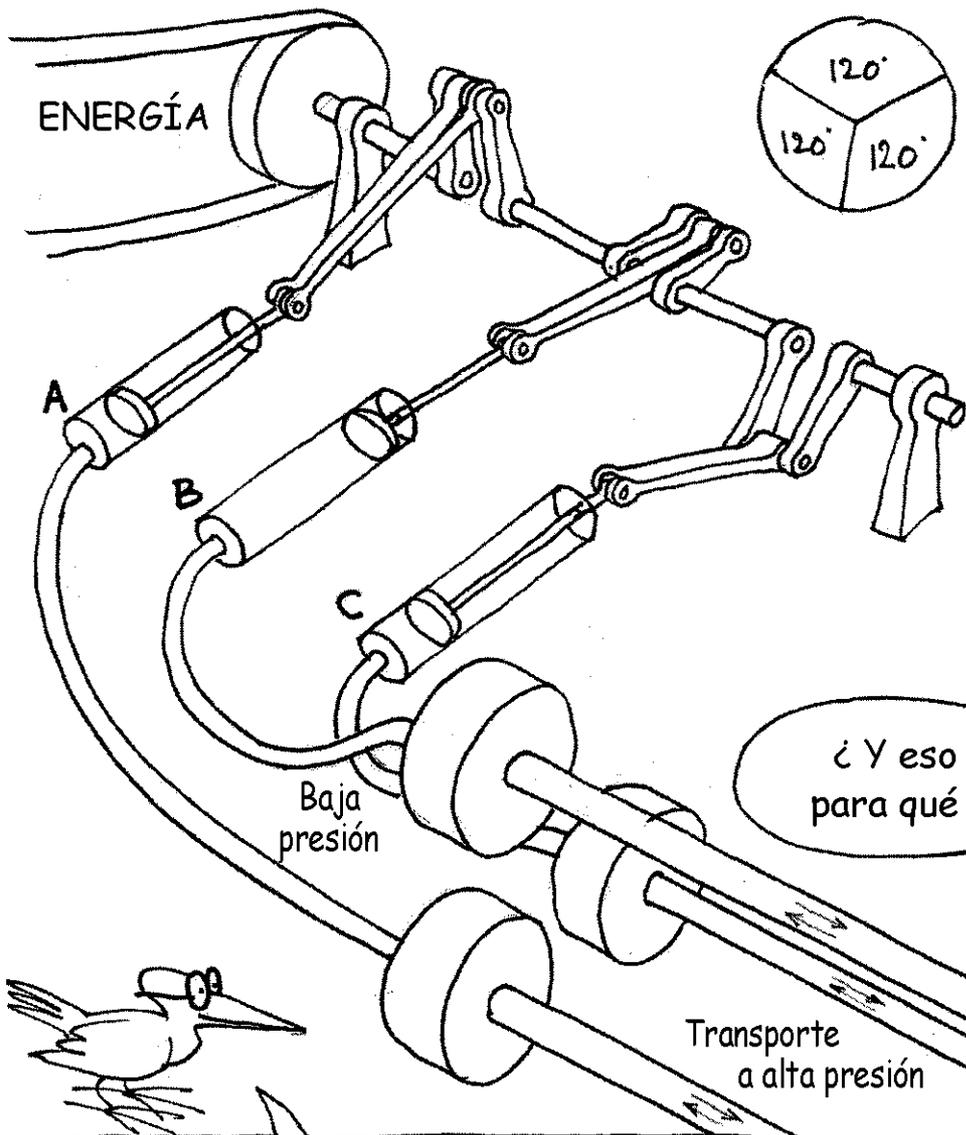


¿Qué es esta cosa?

Si observan las líneas de alta tensión, verán que en efecto el cable que sirve de pararrayos es el más alto. Pero los cables que conducen la corriente van en grupos de a tres.



¡ Eso es otro asunto !



En los alternadores, de hecho, la corriente es producida en **TRIFASE**. La imagen es la representada por este cigüeñal. Los cilindros hidráulicos que suben y bajan la presión producen corrientes alternas **DEFASADAS**. La suma de esas presiones permanece constante y da origen a un **NEUTRO**, que se deja al aire libre.

¿Y eso para qué?



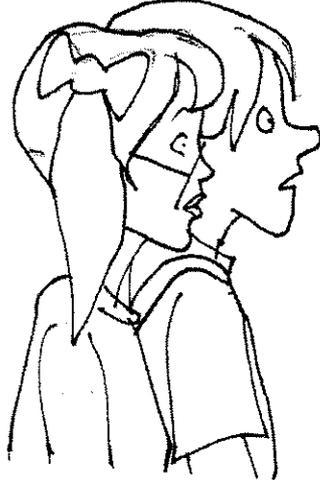
Reconversión a baja presión

Transporte a alta presión

Al aire libre



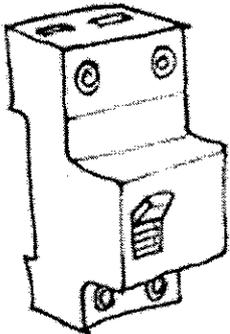
Es a causa de los **MOTORES ELÉCTRICOS**. En trifase, éstos siempre se ponen en marcha y no se pueden bloquear. En una fábrica se conectan esos motores a los cables **A, B y C**. Cuando la propia casa no esté conectada a las tres fases, la empresa de energía la conectará a uno de los cables y al neutro.



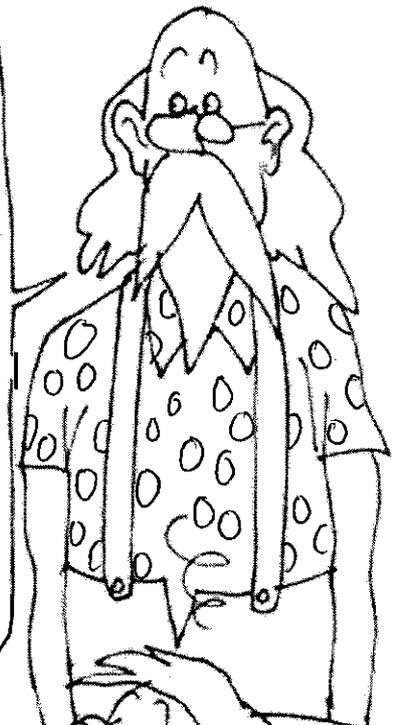
Y listo. Si han seguido todo hasta aquí, entonces hacen parte de las personas privilegiadas que comprenden lo que es **TRIFÁSICO**.



EPÍLOGO



Para completar, finalizaremos mencionando el **DISYUNTOR DIFERENCIAL** (*). Se trata de un dispositivo electromagnético que controla, comparándolos, los valores absolutos de las corrientes que pasan por la fase y por el neutro de una instalación. Si el aparato detecta una diferencia de 10 a 20 miliamperios, entonces hay una fuga de corriente en algún lado, y aquel corta automáticamente el suministro.



Un gran agradecimiento a mi viejo amigo Jacques Legalland, sin su ayuda no habría podido llegar al final de este álbum.

64

(*) También llamado INTERRUPTOR DIFERENCIAL (NdT).



FIN