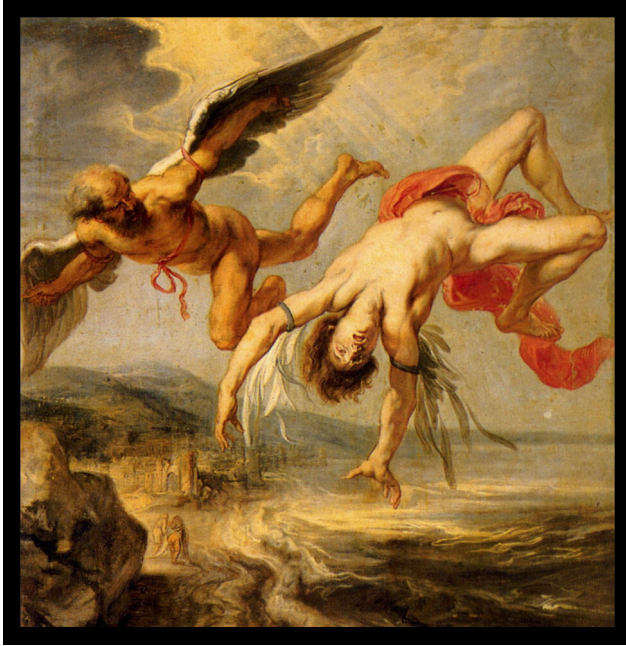


# LABORATORIO

## -atrévete a saber-

### INTRODUCCIÓN

El vuelo de Dédalo, el vuelo de la tecnología.



Dédalo, un inventor de Atenas, tuvo celos de su sobrino Talus y trató de matarlo empujándolo desde lo alto de una muralla, pero la diosa Palas lo salvó, transformando al muchacho en pájaro.

Dédalo fue exiliado con su hijo Icaro a la isla de Creta y, tratando de escapar, fabricó unas alas hechas con plumas de ave y cera, advirtiéndolo a Icaro de que no debía volar demasiado alto pues el sol podría derretirlas. El joven, entusiasmado por el vuelo, olvidó las advertencias y llegó demasiado alto; la cera de sus alas se fundió y murió al caer al mar.

Es curiosa esa asociación entre conocimiento, poder y castigo. Dédalo intenta liberarse elevándose más allá de su condición humana pero es humillado y castigado con la muerte de su propio hijo por su atrevimiento. Icaro representa al hombre que se aventura y paga con su vida el fallo de la tecnología humana por adentrarse en el reino prohibido del conocimiento.

Otras leyendas nos remiten a lo mismo, recordad a Adán y Eva castigados por haber comido del árbol del conocimiento. La propaganda para alejarnos del saber y mantenernos en la superstición no es cosa del pasado, se nos sigue asustando con su peligro. ¡Es evidente que hay peligros! y nunca deberíamos olvidarnos de Chernobil por ejemplo, pero los mensajes de los que hablo no son advertencias para evitar males concretos, sino advertencias subliminales que se cuelan de vez en cuando en la corriente de opinión de nuestra cultura popular para mantenernos en la ignorancia y poder manejarlos.

El Dr. Frankenstein se atreve a intentar conquistar el secreto de la vida, y muere a manos de su propia creación viviente; la tragedia del Dr. Jekyll y Mr. Hyde, o las películas más modernas como "Parque Jurásico", "Batman" (Joker) "James Bond" (Dr No), donde las caídas de Icaro se repiten en términos modernos de Ciencia-Ficción ahondan en la idea de que la maldad siempre proviene de científicos sin límites éticos con el único propósito de dominar el mundo: Los científicos locos, siempre tan malos y a punto de destruir la humanidad ellos solitos, son ya un verdadero clásico.

Ahora bien, si se trata de contar historias, lleguemos al final de la nuestra: ¿Qué ocurrió con Dédalo? Su uso prudente de la imperfecta tecnología a su alcance le llevó a la libertad.

Pero ¿todo está permitido? Por supuesto que no. Siempre se recordará la carta que Einstein dirigió al presidente de los Estados Unidos arrepentido de haber influido en la creación del armamento nuclear y tras ver la utilización mezquina que se hizo de la primera bomba atómica:

*“...Debido al peligro de que Hitler pudiera ser el primero en tener capacidad para fabricar la bomba, firmé una carta al Presidente que había sido redactada por Szilard. Si yo hubiera sabido que este temor no estaba justificado, yo no habría participado en la apertura de esta caja de Pandora, ni tampoco Szilard. Para mí, la desconfianza hacia los gobiernos no se limitaba a Alemania.”*

El debate sobre la ciencia y su utilización y manipulación para fines perversos está servido.

## EL ESPECTÁCULO

[http://www.youtube.com/watch?v=LH5L7i4b\\_m0&list=PL8umSDIu8mZytTqzKMvkyEnFyKutbgNDo](http://www.youtube.com/watch?v=LH5L7i4b_m0&list=PL8umSDIu8mZytTqzKMvkyEnFyKutbgNDo)  
(En los enlaces bajo los títulos, se accede a una grabación de cada aparato mostrado en el espectáculo)

La luz y el calor del sol, son fascinantes; el principio de la vida, sin él no habría vida en la tierra y, por ello, durante miles de años fue un misterio.

Ante lo desconocido pueden hacerse dos cosas: seguir adorando lo incomprensible, como todavía hacen muchas tribus y sectas, o tratar de descubrir su porqué: el camino de la ciencia: quedarnos en las tinieblas o ver la luz.

El sol es nuestra fuente de energía. Hoy sabemos que la  $E= mC^2$  esto quiere decir que existe una relación entre la cantidad de energía y la cantidad de masa, una fabulosa relación entre la materia y la energía. El origen del universo, el Big Bang, fue una transformación de una increíble cantidad de energía en la materia que hoy ocupa el universo. Para haceros una idea, sabed que la patética bomba que destruyó Hiroshima, contenía únicamente medio gramo de masa. Pensad en la energía que produce la transformación constante de la masa del sol.



*"Apreciar el misterio que nos rodea es lo más intenso que podemos sentir. Es la sensación fundamental, el principio del arte y de la ciencia. Quien no lo percibe en cada instante, quien no se asombra y se maravilla de lo que tiene delante, es como si estuviera muerto. Sus ojos se han extinguido."*

*Albert Einstein*

Entonces, ¿Qué es lo nos hace perder la ilusión por seguir aprendiendo?, ¿la idea de que ya conocemos todo?, ¿la pereza?... posiblemente será por indiferencia, expresada por esa coletilla, desgraciadamente tan familiar del: “y a mí eso que me importa”

Para poder pensar nos hacen falta dos cosas: un atisbo de curiosidad y el interés necesario para buscar y recopilar las fuentes ya conocidas que nos servirán para disipar nuestras dudas. Es increíble el cómo, sin complejas herramientas, se lograron algunos de los grandes avances científicos hace 2500 años sin otros medios que el pensamiento:

Eratóstenes, sin más herramientas que las que cualquiera de nosotros puede disponer, calculó la circunferencia máxima de la tierra de esta manera: Colocó una vara en Siena (hoy Asuán) y otra en Alejandría y realizó medidas a la misma hora y el mismo día; el solsticio de verano. Comprobó que cuando en Siena no había sombra, si la había en Alejandría. La única explicación posible es que la superficie terrestre fuera curva, pues el sol está tan lejos que sus rayos llegan paralelos, pero las varas, con ángulos diferentes proyectan diferentes longitudes de sombra. Si las varas se prolongaran hasta el centro terrestre, formarían un ángulo de siete grados. Siete grados son una cincuentava parte de los trescientos sesenta grados de la circunferencia de la esfera. Eratóstenes sabía que la distancia que separaba las dos ciudades era de 800 Km., pues lo habían medido, viajando de una a otra, con la circunferencia de la rueda de un carro y las vueltas que había dado en el recorrido. Si multiplicamos 800 Km. por cincuenta nos da 40.000 Km. que es la cifra correcta si rodeamos la tierra. Las únicas herramientas fueron varas, ojos, una rueda, cerebro y el placer del conocimiento.

Todo el conocimiento está a nuestro alcance, pero muchas de las cosas que se conocían hace miles de años, se ocultaron durante siglos por intereses. Manteniendo a la gente en la ignorancia, se la maneja mejor. Nuestros conocimientos muchas veces responden más a vaguedades que a certezas, por eso, en muchas ocasiones tenemos opiniones erróneas y, cuidado, no sólo ocurre en cuestiones científicas, sino también en cuestiones sociales, políticas... hay que estar muy alerta y no dejarnos engañar; pensar en las cosas y en su coherencia con lo que ocurre en realidad, no con lo que “se dice” que ocurre.

Veamos algunos experimentos que pueden inducirnos a error si solo confiamos en nuestros sentidos:

## SUSTENTACIÓN DE SÓLIDOS EN EL AIRE. EFECTO BERNOULLI

[http://www.youtube.com/watch?v=Osf6\\_Vo1NmE&list=PL8umSDIu8mZytTqzKMvkyEnFyKutbgNDo](http://www.youtube.com/watch?v=Osf6_Vo1NmE&list=PL8umSDIu8mZytTqzKMvkyEnFyKutbgNDo)



La sustentación de un sólido sobre el aire constituye el principio de la aviación. La bola que se muestra en el experimento, a pesar de lo que pueda parecer, no se mantiene porque el chorro de aire la sustenta desde abajo, sino por que es absorbida por la baja presión que se produce sobre ella al tenerla que bordear el flujo de aire que se proyecta desde abajo, obligado a hacer un recorrido más largo.

Todo ello responde al Principio de Bernoulli y es una buena demostración experimental, tanto de la aviación como de los principios que rigen la navegación a vela en ceñida, o sea, en un ángulo muy cerrado con relación a la dirección del viento.

## BOLA DE PLASMA

<http://www.youtube.com/watch?v=Z1wLhCE944U&list=PL8umSDIu8mZytTqzKMvkyEnFyKutbgNDo>

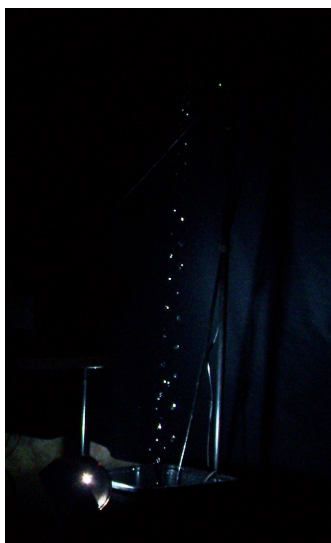
El plasma es el cuarto estado de agregación de la materia junto con el sólido, el líquido y el gas. Aquí, tal y como se muestra, se ha conseguido con una fuente eléctrica de alto voltaje situada en una esfera de cristal en la que se ha hecho el vacío.

Los electrones se difunden en forma de filamentos de plasma, que se dirigen a la mano, al acercarla, porque la electricidad tiende a ir por el camino que le ofrece menor resistencia.



## EFFECTOS ÓPTICOS DEL AGUA DEBIDO A LA RESONANCIA DE LA LUZ Y EL SONIDO

<http://www.youtube.com/watch?v=fX37vVvpa1k&list=PL8umSDIu8mZytTqzKMvkyEnFyKutbgNDo>



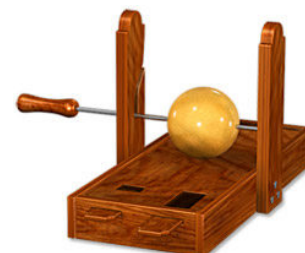
Este efecto óptico nos permite disfrutar la ilusión de unas gotas de agua que desafían a la gravedad y misteriosamente suben o se detienen en el aire.

Para poder apreciarlo, hemos manipulado las condiciones del experimento: el ritmo de la caída del agua lo marca una vibración sonora producida por un altavoz que emite una frecuencia de entre 42 y 52 Hertzios (dependiendo del efecto a conseguir: subir, permanecer estática o dejarla bajar siguiendo su curso natural), y, por otro lado, la luz, que no es continua sino emitida por una lámpara estroboscópica. Sus ritmos están en resonancia y el resultado es el de ver las gotas detenidas en el aire o incluso subiendo e introduciéndose en la manguera.

Ahora nos adentraremos por uno de los caminos del conocimiento científico, centrándonos en el avance y desarrollo de una energía que desde tiempos inmemoriales fascinó a la humanidad:

## LA ELECTRICIDAD

Todo comenzó con Tales de Mileto (624-543 a. C.) el cual descubrió que si se frota un trozo de ámbar, éste atrae algunos objetos más livianos. Siguiendo esos mismos principios Otto von Guericke creó en 1672 la primera máquina electrostática capaz de producir una descarga eléctrica a partir de una esfera de azufre movida por una manivela, que inducía una carga tocándola.



Von Guericke Sulfur Globe  
(circa 1660)

Ahora veremos este mismo principio de creación de cargas electrostáticas aplicado en otra máquina que es una versión mejorada de la de Guericke: la máquina de Winshurst, construida en 1880, y de la que nosotros hemos realizado una réplica.

## MAQUINA DE WIMSHURST

<http://www.youtube.com/watch?v=-XCn4jiUDQ&list=PL8umSDIu8mZyfTqzKMvkyEnFyKutbgNDo>



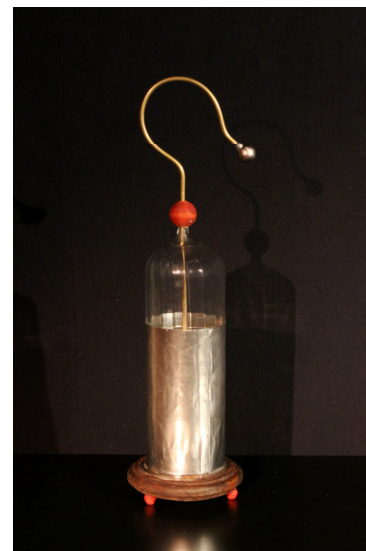
La máquina de Wimshurst es un generador electrostático de alto voltaje. Tiene dos discos de material aislante con sectores de metal que giran en direcciones opuestas y pasan por unas barras neutralizadoras cruzadas, de metal y por unos peines. Un desequilibrio de cargas es inducido, amplificado y almacenado por dos pares de peines de metal con los puntos situados cerca de la superficie de cada disco. Estos colectores se montan sobre un soporte aislante y conectado a una salida terminal. La acumulación de cargas aumenta de forma exponencial hasta que la tensión de ruptura dieléctrica\* del aire produce una chispa.

*\* **Ruptura dieléctrica del aire:** Los electrones son acelerados bajo la diferencia de potencial del campo eléctrico consiguiendo energía cinética suficiente como para arrancar otros electrones al chocar contra alguno de los átomos del gas. Estos nuevos electrones libres son acelerados a su vez, produciéndose una cascada de electrones. La luz que se observa se debe a la emisión de fotones por parte del gas que recupera sus electrones, por lo que dicha luz es característica del gas, constituye su espectro, y puede servir para identificarle.*

La chispa de energía acumulada se puede aumentar mediante la adición de un par de botellas de Leiden, un tipo de condensador adecuado para la alta tensión.

## BOTELLA DE LEIDEN

Una vez siendo capaces de crear una corriente eléctrica, como hemos visto con la máquina de Wuimshurst, la cuestión era el cómo almacenar esa energía. La primera vez que se consiguió almacenar corriente eléctrica, fue en la universidad de Leiden. En 1746, Pieter Van Musschenbroeck, imaginando que, ya que la electricidad fluía como una corriente de líquido, podría guardarla de igual manera. Llenó una botella de agua y le introdujo un cable, como si fuera una manguera, para que el nuevo fluido eléctrico se mezclara con ella. No ocurrió nada. La razón era que al estar la botella sobre un aislante, no percibía nada. Un día que la sostenía en la mano y la fue a desenchufar, recibió una brutal descarga de varios miles de voltios (aunque todavía no se llamaban así). Había descubierto el condensador que crea una diferencia de potencial entre la parte externa e interna de la botella, o sea, en una parte hay falta de electrones y en la otra sobra, y por ello, al acercarlas, se compensan violentamente produciendo una descarga: una corriente eléctrica.

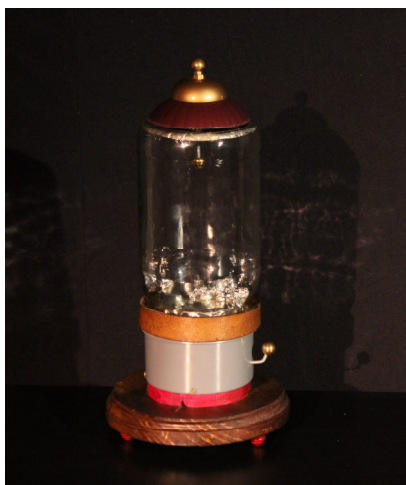


Veamos ahora algunos aparatos utilizados en los primeros experimentos que se desarrollaron con cargas eléctricas y gracias a estas máquinas:

## GRANIZO ELECTROSTÁTICO

<http://www.youtube.com/watch?v=cdJ6phh-V7c&list=PL8umSDIu8mZytTqzKMvkyEnFyKutbgNDo>

Este experimento se emplea para comprobar algunos efectos mecánicos debidos a la acción de la electricidad sobre los cuerpos. Para realizar la demostración, se introducen en la campana pequeñas esferas de aluminio y se cierra con una base metálica; a continuación se pone en comunicación la anilla superior con el conductor de una máquina eléctrica, con lo que la placa superior del aparato se carga positivamente, y, debido al efecto de polarización, tanto la placa metálica inferior como las esferitas de aluminio se cargan negativamente, provocándose un movimiento de atracción de dichas esferitas hacia el disco superior. Seguidamente, debido al efecto de neutralización, las esferas en contacto con la placa superior se cargan con signo positivo y las cargas positivas del disco repelen a las de las esferillas, por lo que éstas caen al fondo, momento en el que vuelve a iniciarse la polarización, repitiéndose el proceso anterior. De este modo, el observador ve como las esferas suben y bajan continuamente.



A Volta le sirvió este experimento para explicar el aumento de volumen de los granizos antes de caer a tierra.

## CAMPANAS DE FRANKLIN

<http://www.youtube.com/watch?v=tKSt2gV1jFg&list=PL8umSDIu8mZytTqzKMvkyEnFyKutbgNDo>

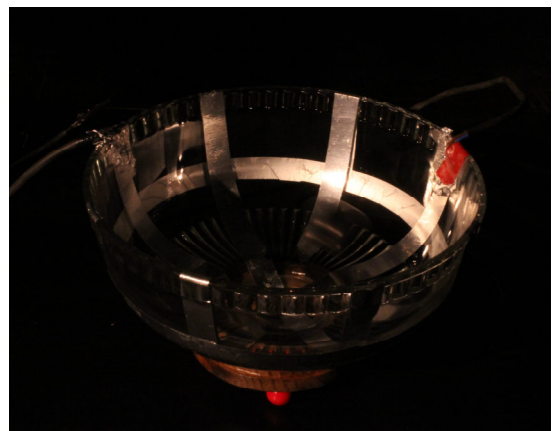
Es un montaje que permite detectar un campo eléctrico avisando por medio de sonido. Cuando una nube cargada eléctricamente pasaba por encima del dispositivo, por inducción creaba una separación de cargas que hacía que la campana primera atrajera al péndulo produciendo sonido. Al tocar el péndulo la campana adquiría su misma carga y como cargas del mismo signo se repelen, el péndulo salía despedido hacia la segunda campana que estaba conectada a tierra, así que el péndulo se descargaba a tierra y quedaba neutro con lo cual era nuevamente atraído hacia la primera campana, y así un ciclo que hacía sonar a las dos campanas.



## CICLOTRÓN DIDÁCTICO DE MACROPARTÍCULAS

<http://www.youtube.com/watch?v=gG5mMipAXxw&list=PL8umSDIu8mZytTqzKMvkyEnFyKutbgNDo>

El ciclotrón original es un acelerador de partículas subatómicas que presenta la ventaja de conseguir buenas aceleraciones sin la necesidad de altas tensiones. Se trata de dos semicírculos huecos enfrentados por sus partes planas, a los que perpendicularmente se enfrenta un campo magnético uniforme. Ambos semicírculos están conectados a un generador de radiofrecuencia (una corriente alternada) de modo que la partícula cargada será atraída hacia el semicírculo que tenga polaridad opuesta y hacia allí se acelerará, a su vez el campo magnético hará que su trayectoria se curve, como la corriente que alimenta es alterna, en el momento que la partícula queda dentro, su polaridad cambiará; la partícula se verá repelida y será atraída por el otro semicírculo, siempre girando en forma de espiral debido al campo magnético hasta su máxima aceleración, para salir por un canal. Cuantos más giros se consiga hacerle dar a la partícula mayor será la aceleración alcanzada.



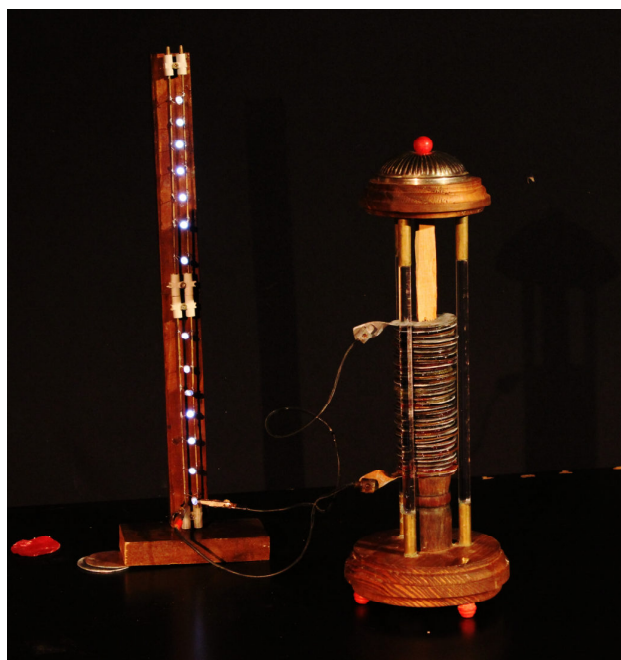
En nuestro experimento se siguen las directrices principales del aparato anteriormente descrito, pero aplicado a objetos grandes (una bola de tenis de mesa), y diferenciándose en que nosotros hemos dispuesto varios sectores con polaridad alternada que son los que provocan el movimiento del objeto.

La botella de Leiden, como hemos visto, únicamente produce una descarga inmediata, y era necesario descubrir un método de almacenamiento que produjera un flujo de corriente constante. Alessandro Volta (1745-1827) dio un gran paso al inventar la pila que lleva su nombre en el año 1800, construida con láminas de cinc, cobre y tela que transforma energía química en energía eléctrica.

## PILA DE VOLTA

<http://www.youtube.com/watch?v=ScTezJdkovw&list=PL8umSDIu8mZytTqzKMvkyEnFyKutbgNDo>

Transforma energía química en energía eléctrica. Los principios con los que funciona esta pila se fundamentan en una reacción electroquímica en la que un metal (el cobre) cede electrones a la disolución y otro (el zinc) los gana. Al mismo tiempo, el zinc se disuelve y se produce gas hidrógeno en la superficie del cobre. En honor de su inventor, la unidad de tensión eléctrica se denomina voltio.





Humphry Davy en el año en 1808, aprovechando esta nueva fuente de energía, colocó ochocientas pilas voltaicas y aproximó los bornes de los dos polos. El resultado, ante una sala llena de científicos, fue espectacular; dónde había tinieblas surgió la luz. Nosotros vamos a reproducir ese instante, pero con dos transformadores de alto voltaje en un experimento que se denomina Escalera de Jacob.

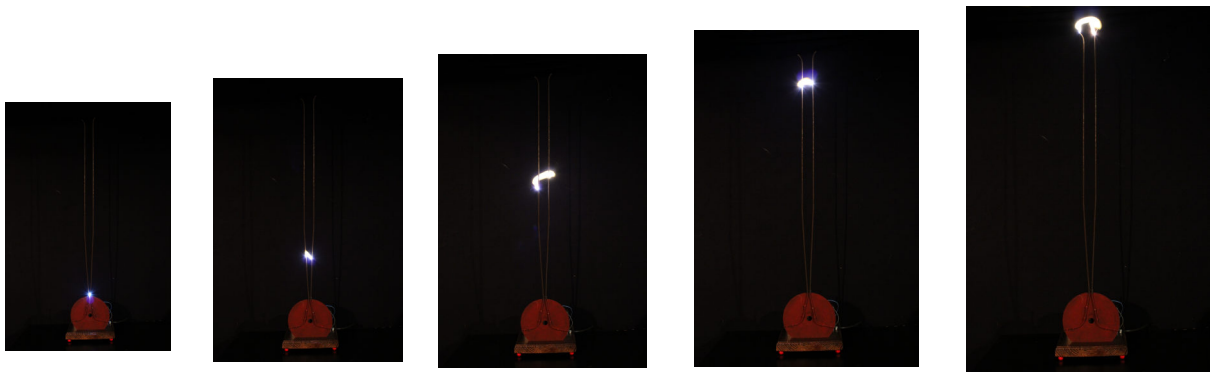
## ESCALERA DE JACOB

<http://www.youtube.com/watch?v=-SICHI1rU04&list=PL8umSDIu8mZytTqzKMvkyEnFyKutbgNDo>

Se conoce informalmente como escalera de Jacob, al experimento producido por un dispositivo formado por dos conductores rectos en forma de V conectados a una fuente de alta tensión. El arco se produce en la parte más cercana de los electrodos y a medida que el aire superior es ionizado por la radiación ultravioleta y por el calor, va subiendo hasta que la distancia es demasiado larga y desaparece, repitiéndose el arco en la parte más estrecha sucesivamente.

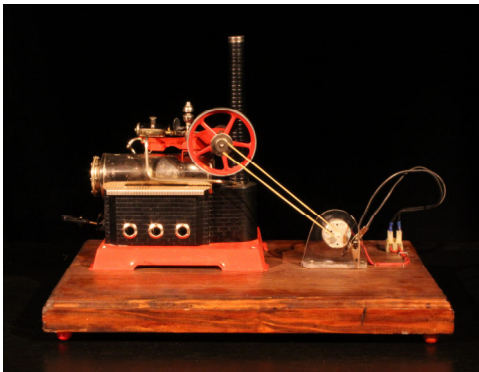
Para que se produzca el arco se necesita normalmente una diferencia de tensión entre electrodos mayor de 5.000 voltios.

Para mejorar el cebado del arco y que este se inicie en la parte más baja de la V, se introduce un tercer electrodo corto (llamado de Gabriel) entre los dos principales, conectado a uno de los electrodos principales por una resistencia.



La investigación de la electricidad avanzaba a grandes pasos, pero su obtención por medios químicos era muy costosa, por ello, la energía utilizada en la revolución industrial de finales del siglo XVIII, aparte de las fuentes naturales como el agua o el viento, era generada por las máquinas de vapor.

## MÁQUINA DE VAPOR



El vapor de agua que se genera por calentamiento en una caldera cerrada, produce el movimiento de un pistón que, mediante un mecanismo de biela se transforma en un movimiento de rotación que acciona una rueda o el rotor de un generador eléctrico. Una vez alcanzado el final de carrera el émbolo retorna a su posición inicial y expulsa el vapor de agua utilizando la energía cinética de un volante de inercia.

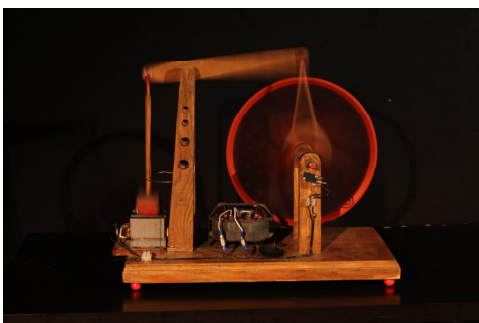
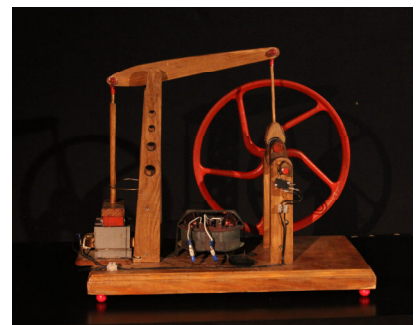
Los científicos seguían intentando crear aparatos que produjeran corriente eléctrica, pues, recordemos, que aunque la pila ya existía, el proceso de producción era muy costoso. En 1832, Michael Faraday, tras los descubrimientos de Oersted al acercar una brújula a un conductor eléctrico por el que pasaba corriente y ver que generaba una diferencia de potencial o sea, energía eléctrica que se propagaba por inducción, construyó el primer generador electromagnético con un disco de cobre que giraba entre los extremos de un imán con forma de herradura, generándose una pequeña corriente continua. Más tarde perfeccionó una dinamo, exactamente igual que las que equipan las bicicletas y con la que, aprovechando la energía mecánica de una máquina de vapor, se pudo generar electricidad a un coste bastante barato.

Conseguida una fuente de energía eléctrica se siguió investigando y se dispusieron a la tarea de lograr el camino inverso: un motor eléctrico que generara movimiento mecánico.

## MOTOR DE FROMENT

<http://www.youtube.com/watch?v=PK215He4iFY&list=PL8umSDIu8mZytTqzKMvkyEnFyKutbgNDo>

Basándose en Joseph Henry, que en 1831 había creado un artilugio oscilante movido por electroimanes y también influenciado por el diseño de la máquina de vapor, Pablo Gustavo Froment (1815-1865), construye un motor eléctrico lineal, que fue desplazado inmediatamente por los motores rotativos, quedando convertido inmediatamente en mera curiosidad, al igual que ha pasado con otros muchos descubrimientos.



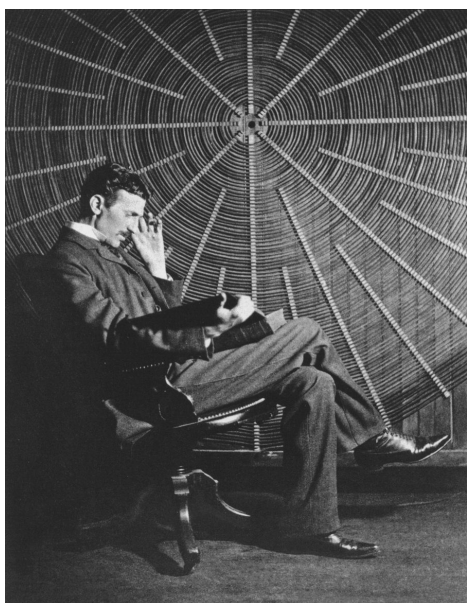
En 1834 Boris Semenovich Jacobi hizo ensayos con un motor eléctrico de electroimanes y cinco años más tarde lo empleó para navegar con un barco. En este invento suyo un sistema de electroimanes impulsan alternativamente a sus núcleos móviles, produciendo un movimiento lineal, que un cigüeñal y un volante de inercia transforman en rotativo. Precisamente una de las

mayores ventajas de los motores eléctricos, sobre los de vapor fue su manifestación en forma de energía rotativa, sin mecanismos intermedios, por ello, la idea de Froment, no pudo prosperar.

Una vez que se tuvieron fuentes de alimentación estables y tras los grandes avances en la teoría y la práctica en el dominio de la electricidad empezaron a surgir imparablemente multitud de inventos, de la mano de Bell, Edison, Thompson, Westinghouse y un largo etcétera, se comenzó a revolucionar el panorama mundial con todos sus avances y descubrimientos: la telegrafía sin hilos, el fonógrafo, el micrófono, lámpara incandescente, la radio, la televisión, abriendo paso a toda la revolución tecnológica que hoy conocemos y que nos sigue sorprendiendo de día en día. Entre esos grandes inventores y científicos, no podemos dejar de señalar en un lugar muy destacado a:

## NICOLA TESLA

Nació en Smiljan, actual Croacia, en 1856 y muer en Nueva York, en 1943. Estudió en las universidades de Graz (Austria) y Praga y después de haber trabajado en varias industrias eléctricas en París y en Budapest, se trasladó a Estados Unidos (1882), donde trabajó a las órdenes de Thomas A. Edison, entonces partidario de la corriente eléctrica continua.



Las incesantes disputas con Edison forzaron su abandono en la compañía y su asociación con G. Westinghouse, quien compró las patentes de su motor y de un transformador que facilitaba la distribución de este tipo de corriente hacia los usuarios finales. Ambos ganaron la batalla de la distribución de la energía, pues el transporte de corriente alterna es más barato y sencillo que el de continua. En 1893 su sistema fue adoptado por la central hidroeléctrica situada en las cataratas del Niágara.

Tesla fundó en Nueva York un laboratorio de investigaciones electrotécnicas, donde descubrió el principio del campo magnético rotatorio y los sistemas polifásicos de corriente alterna. Creó el primer motor eléctrico de inducción de corriente alterna y otros muchos ingenios eléctricos como el llamado montaje Tesla, un transformador de radiofrecuencia en el que primario y secundario están sintonizados, de utilidad a la hora de preseleccionar la entrada de un receptor radioeléctrico. Predijo la posibilidad de realizar comunicaciones inalámbricas con antelación a los estudios llevados a cabo por Marconi, y en su honor se denomina *tesla* a la unidad de medida de la intensidad del flujo magnético en el sistema internacional.

Sus invenciones y patentes se sucedieron con cierta rapidez. En 1887, y como consecuencia del descubrimiento llevado a cabo por John Hopkinson en 1880, según

el cual tres corrientes alternas y desfasadas entre sí pueden ser trasladadas de manera más sencilla que una corriente alterna normal, Tesla inventó el motor de inducción de corriente trifásica.

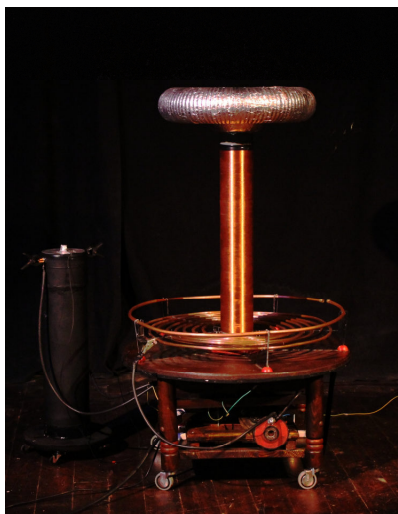
En 1891 Tesla inventó la bobina que lleva su nombre, que consiste en un transformador que consta de un núcleo de aire y con espirales primaria y secundaria en resonancia paralela. Con esta bobina fue capaz de crear un campo de alta tensión y alta frecuencia. Dos años después descubrió el fenómeno de carácter ondulatorio denominado "luz de Tesla" en las corrientes alternas de alta tensión y alta frecuencia; mediante el estudio de estas corrientes, observó que las lámparas de incandescencia de un único polo emiten luz cuando se las aproxima a un conductor por el que pasa corriente eléctrica, y que los tubos de vidrio vacíos brillan aunque carezcan de electrodo si se les conecta por uno de sus extremos y se aproxima el otro a un conductor por el que fluye corriente de alta frecuencia. También se percató de que el cuerpo humano es capaz de conducir estas corrientes de alta frecuencia sin experimentar daño alguno.

Tesla es el inventor de la corriente alterna, la radio y el sistema radio control, la bombilla sin filamento o lámpara fluorescente, la bujía para encendido de motores de explosión, y, aparte de otras 700 patentes más, trabajó en el desarrollo de un sistema para enviar energía eléctrica sin cables a largas distancias. Se construyó una torre, que aunque fue ideada con el fin de enviar imágenes y sonidos a distancia, el sistema podía adaptarse para el envío de electricidad de manera gratuita a toda la población, mediante ondas de naturaleza no hertzianas. Dicho sistema se basaría en la capacidad de la ionosfera para conducir electricidad. Esa famosa torre, la Wardenclyffe Tower, proyectada y comenzada a construir, pero nunca acabada por falta de financiación, era una bobina de Tesla, un tipo de transformador resonante, por supuesto inmensamente más grande que esta que tenemos aquí.

## BOBINA DE TESLA

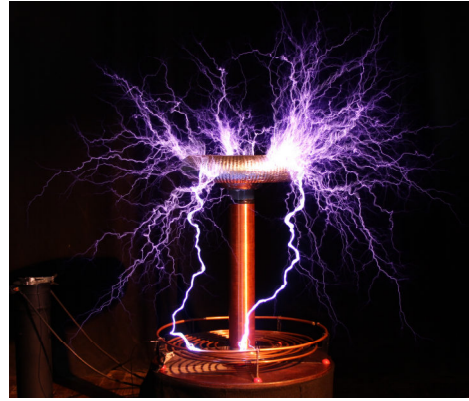
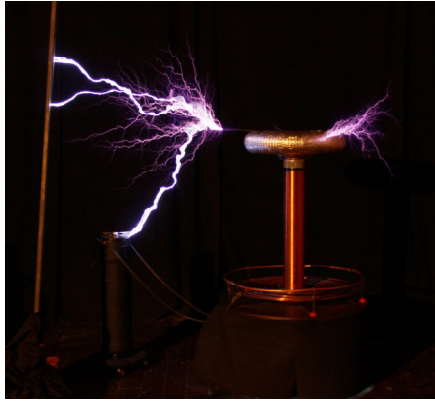
<http://www.youtube.com/watch?v=hPhWEjLmnX0&list=PL8umSDIu8mZytTqzKMvkyEnFyKutbgNDo>

La corriente llega a un transformador que carga un condensador y se establece una alta tensión entre sus placas. El voltaje tan elevado es capaz de romper la



resistencia del aire, y hace saltar una chispa entre las terminales del explosor. La chispa descarga el condensador a través de la bobina primaria (con pocas espiras) y establece una corriente oscilante. Enseguida el condensador se carga de nuevo y repite el proceso. Así resulta un circuito oscilatorio de radio frecuencia al que llamaremos circuito primario. La energía que produce el circuito primario se induce en la bobina secundaria de modo que el circuito secundario oscila a la misma frecuencia que el circuito primario, entrando en resonancia. Lo interesante de esta bobina es que la condición de resonancia es como empujar a un niño en un columpio, si le das un empujón en el momento exacto, el niño irá cada vez más alto. Finalmente, el circuito secundario produce ondas electromagnéticas de

muy alta frecuencia y voltajes muy elevados. Estas se propagan en el medio ionizando las moléculas del aire, convirtiéndolo en trasmisor de corriente eléctrica.



## GENERADOR DE VAN DER GRAAFF

El generador de Van der Graaff es una máquina electrostática que utiliza una cinta móvil para acumular grandes cantidades de carga eléctrica en el interior de una esfera metálica hueca. Las diferencias de potencial así alcanzadas en un generador de Van de Graaff moderno pueden llegar a alcanzar los 5 megavoltios. La desarrolló Robert Van der Graaff en 1929 para realizar experimentos en física nuclear en los que se aceleraban partículas cargadas que se hacían chocar contra blancos fijos a gran velocidad. Los resultados de las colisiones nos informan de las características de los núcleos del material que constituye el blanco. Otras diferentes aplicaciones de esta máquina incluyen la producción de rayos X, esterilización de alimentos y otros experimentos de física de partículas y física nuclear.

El primer modelo funcional fue exhibido en octubre de 1929 y para 1931 Van de Graaff había producido un generador capaz de alcanzar diferencias de potencial de 1 megavoltio. En la actualidad existen generadores de electricidad capaces de alcanzar diferencias de voltaje muy superiores al generador de Van de Graaff pero directamente emparentados con él. Sin embargo, en la mayor parte de los experimentos modernos en los que es necesario acelerar cargas eléctricas se utilizan aceleradores lineales con sucesivos campos de aceleración y ciclotrones. Muchos museos de ciencia están equipados con generadores de Van de Graaff por la facilidad con la que ilustra los fenómenos electrostáticos.



Aprovechando la energía producida por el generador de Van der Graaff, vamos a mostrar otros descubrimientos experimentales:

## PISTOLA VOLTA

El físico italiano Alessandro Volta, que vivió 1745-1827 y que da nombre a la unidad de tensión, se dedicó a atraer a la gente a la ciencia, un paso crucial hacia la educación de las sucesivas generaciones de científicos. Para ello empleó una serie de llamativas demostraciones con equipos eléctricos para impresionar a los visitantes a su laboratorio.



Uno de los favoritos de Volta era una cámara de combustión de vidrio y con forma de pistola. En ella se introducen dos terminales conductoras con un botón exterior. Se llena la cámara de un gas y se conectan los cables a una fuente electrostática, cuya descarga produce una chispa dentro de la cámara que inflama el gas.

A lo largo de su vida, Volta diseñó versiones cada vez más sofisticadas de la cámara de combustión. Algunos eran de cristal o con vasos de metal, mientras que otros realizados en la década de 1800 tenían forma de pistolas típicas de la época, con un mango de madera. Para la demostración, recogió el "aire" producido por un ácido al entrar en contacto con limaduras de hierro. Este "aire", más tarde llamado hidrógeno es altamente inflamable, y realizó estudios añadiendo porciones de hidrógeno al aire ordinario para averiguar qué mezclas tenían mas fuerza explosiva. Más tarde Volta descubrió que "el aire" combustible también se produce en los sedimentos y pantanos, y tras experimentar, concluyó correctamente que los sedimentos "aire" de la tierra pantanosa contiene más energía que hace de hidrógeno. De hecho, el metano de los suelos pantanosos lleva aún más energía de lo que pensaba, pues el metano representa sólo el 65% de tales sedimentos "aire" - el resto consiste en dióxido de carbono, que no aporta ningún ruido ni la energía para las descargas explosivas que observó

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer la gran e indispensable ayuda de Gabriel Benito Sobrino, pues sin su conocimiento y trabajo no hubiera sido posible la creación de "LABORATORIO".

También a los seguidores del Foro de Científicos aficionados por los precisos consejos que generosamente nos han prestado y, especialmente, a quienes más adelante enumeramos; por su pasión por la ciencia y su labor desinteresada en su difusión. De todos ellos os facilitamos un enlace a sus interesantísimas páginas web.

También un recuerdo para todas las personas, amigos, familia etc. que nos han ayudado o que nos han demostrado la confianza imprescindible y necesaria para alentarnos en el trabajo en los momentos más complicados.

Gabriel Benito Sobrino.	<a href="http://www.youtube.com/user/gabrielbenitosobrino">http://www.youtube.com/user/gabrielbenitosobrino</a>
	<a href="http://www.youtube.com/user/MrCuervoRC">http://www.youtube.com/user/MrCuervoRC</a>
David José Flores: Electricalia.	<a href="https://sites.google.com/site/electricalia/">https://sites.google.com/site/electricalia/</a>
César Guazzaroni: Espacio de Cesar.	<a href="http://anajesusa.wordpress.com/fisica/">http://anajesusa.wordpress.com/fisica/</a>
Anilandro: La web de Anilandro.	<a href="https://sites.google.com/site/anilandro/Home">https://sites.google.com/site/anilandro/Home</a>
Científicos aficionados.	<a href="http://www.cientificosaficionados.com/">http://www.cientificosaficionados.com/</a>

## ENLACES:

### Colección de Videos sobre la electricidad de la BBC

Todos:

<https://www.youtube.com/watch?v=azsllxs9LCk&list=PLBmLN91fh3mpcE3nUFAXID0FDiocsjeVR&index=1>

O entrando uno por uno

<https://www.youtube.com/watch?v=azsllxs9LCk&list=PLBmLN91fh3mpcE3nUFAXID0FDiocsjeVR>

<https://www.youtube.com/watch?v=46TmfFxJ7uE>

<https://www.youtube.com/watch?v=fMRdty-0RWo&list=PLBmLN91fh3mpcE3nUFAXID0FDiocsjeVR>

### Documental Nicola Tesla

<http://www.youtube.com/watch?v=0b4P1BcLwf4>