

EL ELECTROSCOPIO

Lorena Vera Ramírez¹, Angie Catalina Lamprea², Iván Darío Díaz Roa².

ABSTRAC

In laboratory practice is to conclude that there are two different types of loads using the electroscope which allows us to observe reactions between loads and understand the principle of Coulomb's Law (*charges repel and opposite charges attract*), all this is achieved by laboratory instruments that are (*Electroscope, glass rod, hard rubber, copper, pita, silk and wool*), which are the instruments to observe these phenomena and where states that matter is made up of atoms, which give the material properties due to the force between the nucleus and electrons, this can be classified as conductors, semiconductors and dielectrics, neutral bodies also were loaded with different methods (*induction, contact and friction*), which contributed to the phenomena observed between charges.

Keywords: Electroscope, electric charge, conductors, dielectric, load induced by contact loading, Coulomb Law.

RESUMEN

En la práctica de laboratorio se pretende concluir que existen dos tipos de cargas diferentes mediante el uso de él electroscopio el cual nos permite observar las reacciones que existen entre las cargas y comprender el principio de la Ley de Coulomb (*cargas de mismo signo se repelen y cargas de signo opuesto se atraen*), todo esto se logra gracias a los instrumentos de laboratorio que son (*Electroscopio, barra de vidrio, ebonita, cobre, pita, seda y lana*), que son los instrumentos que permiten observar estos fenómenos y donde se establece que la materia está constituida por átomos, los cuales le dan propiedades a la materia debido a la fuerza existente entre el núcleo y los electrones, esto permite clasificarlos en conductores, semiconductores y dieléctricos, también se cargaron cuerpos neutros con métodos diferentes (*inducción, contacto y por frotamiento*) lo que contribuyo a observar los fenómenos entre cargas.

Palabras Clave: Electroscopio, Cargas eléctricas, Conductores, Dieléctricos, Carga inducida, Carga por contacto, Ley de Coulomb.

¹Facultad de Ingeniería, Ingeniería Ambiental.

² Facultad de ingeniería; Ingeniería Civil.

INTRODUCCIÓN

El electroscopio es un instrumento que permite determinar la presencia de cargas eléctricas y su signo. El primer electroscopio fue creado por el médico inglés William Gilbert para realizar sus experimentos con cargas electrostáticas. Actualmente este instrumento no es más que una curiosidad de museo, dando paso a mejores instrumentos electrónicos.

Cuando un electroscopio se carga con un signo conocido, puede determinarse el tipo de carga eléctrica de un objeto aproximándolo a la esfera. Si las laminillas se separan significa que el objeto está cargado con el mismo tipo de carga que el electroscopio. De lo contrario, si se juntan, el objeto y el electroscopio tienen signos opuestos.¹

En el laboratorio podemos encontrar diferentes tipos de materiales que son conductores o aislantes de las cargas. Los conductores son los que facilitan la movilidad de la carga eléctrica a través de ellos y los aislantes los cuales no permiten la movilidad de las cargas eléctricas.

Las cargas eléctricas negativas ejercen una fuerza de repulsión sobre otra carga negativa y una fuerza de atracción sobre una carga positiva. En general, cargas del mismo signo se repelen y cargas de signo contrario se atraen.

¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Electroscopio>

OBJETIVOS

- Observar la presencia de la fuerza entre cargas eléctricas.
- Deducir experimentalmente la existencia de los dos tipos de carga eléctrica (positiva y negativa).
- Observar la diferencia del comportamiento de materiales conductores y materiales aislantes.

MARCO TEORICO

El electroscopio es un instrumento que indica la presencia de cargas eléctricas. Se compone de una varilla metálica que termina en dos hojas de oro o de aluminio. Esta varilla atraviesa un soporte de plástico que va unido a una caja provista de ventanas de vidrio para observar las hojas y que al mismo tiempo las protege de las corrientes de aire (Ver Figura 1).

Cuando se toca la varilla con un cuerpo cargado, las hojas adquieren cargas de un mismo signo y, por tanto, se repelen.²

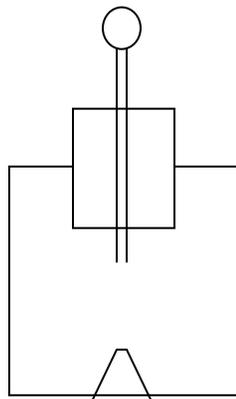


Fig.1. Electroscopio

Explicaremos su funcionamiento empezando por ver qué sucede con las cargas en los materiales conductores.

² Física Fundamental 2, Michel Valero. Pg. 161.



Fig.2. Observación de un trozo de papel aluminio y el comportamiento de la carga eléctrica en su interior.

Un conductor es un material en el que las cargas pueden moverse libremente. El cobre y el aluminio son muy buenos ejemplos de materiales conductores.

Supongamos que el objeto de la figura 2 es un trozo de papel aluminio y veamos cómo se comporta la carga eléctrica en su interior. Normalmente, la carga neta en el conductor es cero. Esto no quiere decir que no hay cargas en su interior sino que hay tantas cargas positivas como negativas. Estas cargas se distribuyen uniformemente en el conductor y se neutralizan mutuamente.

Si acercamos un cuerpo cargado con carga positiva, por ejemplo una lapicera que ha sido frotada con un paño, las cargas negativas del conductor experimentan una fuerza atractiva hacia la lapicera. Por esta razón se acumulan en la parte más cercana a ésta. Por el contrario las cargas positivas del conductor experimentan una fuerza de repulsión y por esto se acumulan en la parte más lejana a la lapicera. Lo que ha ocurrido es que las cargas se han desplazado pero la suma de cargas positivas es igual a la suma de cargas negativas. Por lo tanto la carga neta del conductor sigue siendo nula.

Consideremos ahora que pasa en el electroscopio. Si acercamos la lapicera cargada al electroscopio, la carga negativa será atraída hacia el extremo más cercano a la lapicera mientras que la carga positiva se acumulará en el otro extremo, es decir que se distribuirá entre las dos hojas del electroscopio, los dos

extremos libres del electroscopio quedaron cargados positivamente y como las cargas de un mismo signo se rechazan las hojas del electroscopio se separan. Si ahora alejamos la lapicera, las cargas positivas y negativas del electroscopio vuelven a redistribuirse, la fuerza de repulsión entre las hojas desaparece y se juntan nuevamente.³

Sabemos que la materia está formada por átomos, que consisten de un núcleo, en el cual se encuentran unas partículas denominadas protones (que poseen carga eléctrica positiva), otras partículas denominadas neutrones (que no poseen carga eléctrica neta) y alrededor giran otras partículas denominadas electrones (que poseen carga eléctrica negativa). En su estado natural un átomo posee el mismo número de electrones que de protones y por tanto es eléctricamente neutro, ya que el valor de la carga eléctrica de un protón es igual al valor de la carga eléctrica de un electrón. Un átomo cuando pierde electrones queda cargado positivamente y cuando gana electrones queda cargado negativamente, la manera más sencilla de ganar o perder electrones es por medio de frotamiento. Algunos de los materiales tienen la propiedad de ganar o perder electrones, con gran facilidad en un frotamiento.

³ http://www.angelfire.com/musicals/cargas_f/Electroscopio.htm

METODOLOGÍA

Teniendo como referencia la práctica de laboratorio que se realizó sobre la “electrostática”; experimentalmente, para su mejor comprensión, y auxiliándonos de diversos instrumentos tales como barras de diferentes materiales (ebonita y vidrio), trozos de variadas telas (lana y seda) y el electroscopio (objeto empleado para la detección y observación de las cargas y de algunas de sus propiedades); en general, en ella se procedió de la siguiente manera:

1. Inicialmente, se frotó con un trozo de lana, de manera fuerte, una barra de ebonita. Posteriormente de su carga dicho instrumento se acercó, sin tocar, al electroscopio, y finalmente se retiró.
2. Consecutivamente se acercó la barra de ebonita luego de haber sido cargada; ésta vez con ella se tocó la esfera del electroscopio.
3. Seguidamente se procedió a la repetición de los pasos N° 1 y 2, diferenciándose ahora el instrumento que se acercó y tuvo contacto con el electroscopio (la barra de vidrio es ahora el objeto empleado y, éste inicialmente se carga por frotamiento con un trozo de seda).
4. Luego, por contacto con una barra de ebonita se cargó el electroscopio, a continuación se hizo contacto a Tierra (polo a Tierra).
5. Continuando con la experimentación, pero ahora con la barra de vidrio, se ejecutó el procedimiento N° 4.
6. Inmediatamente, auxiliándose de la barra de ebonita, se cargó el electroscopio por contacto; seguidamente, sin tocar, se acercó la barra de

vidrio cargada; rápidamente ésta última se retiró y nuevamente con una barra de ebonita, ya cargada, ésta se acercó a la esfera del mencionado instrumento.

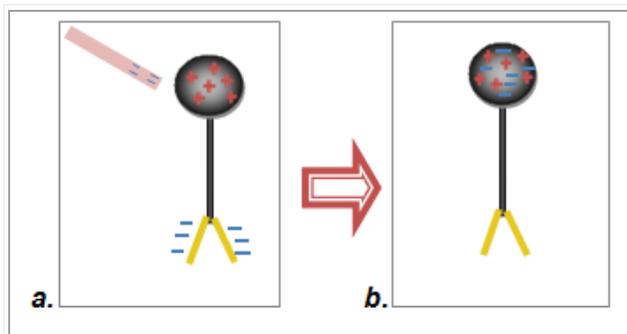
- 7.** Consecutivamente se procedió a la realización del anterior paso (N° 6), cambiando ahora la barra de ebonita por la de vidrio.
- 8.** Posteriormente se acercó, sin tocar, una barra de ebonita cargada al electroscopio, seguidamente y sin retirar la mencionada, se hace contacto a tierra tocando la esfera del electroscopio. Finalmente se retiró el contacto a tierra y la barra, en ese mismo orden.
- 9.** Teniendo como referencia el anterior paso, se siguió la experimentación reemplazando ahora la barra de ebonita por la de vidrio.
- 10.** Sucesivamente se repitió nuevamente el paso N° 8, diferenciándose ahora el orden en el cual se retiró la barra y el contacto a tierra del electroscopio (en ese mismo orden se procedió en éste paso).
- 11.** Seguidamente se procedió a la utilización de un alambre de cobre para la unión de dos electroscopios. A continuación se acercó a uno de ellos una barra de ebonita cargada previamente. Para terminar éste paso se procedió a acercar la barra de ebonita cargada ahora a la mitad del alambre.
- 12.** Luego se realiza nuevamente el paso N° 11 reemplazando ahora el alambre por una cuerda de hilo o pita.
- 13.** Para concluir la práctica experimental se repite nuevamente el paso N°11 cambiando el alambre por una vara de madera.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Sabiendo cuál fue el procedimiento seguido en la práctica d laboratorio N° 1: “electrostática”, los resultados obtenidos en los respectivos pasos fueron:

1. Se observó que cuando la barra de ebonita, previamente cargada, se acercó al electroscopio las láminas empezaron a abrirse y cuando se retiró ellas vuelven a su estado original. (ver fig.3.)

Éste fenómeno ocurre debido a que la barra de ebonita después de ser frotada se encuentra cargada negativamente; así pues al acercarse al electroscopio hace que los electrones se dirijan hacia las láminas (consecuencia de la fuerza de repulsión, en este caso de cargas negativas) y que los protones se aproximen lo más posible al objeto que se les acerca (resultado de la fuerza de atracción). Finalmente, al retirar la barra, las láminas del electroscopio retoman su estado normal ya que no se está ejerciendo ninguna fuerza sobre el instrumento (vuelve a estar neutro).



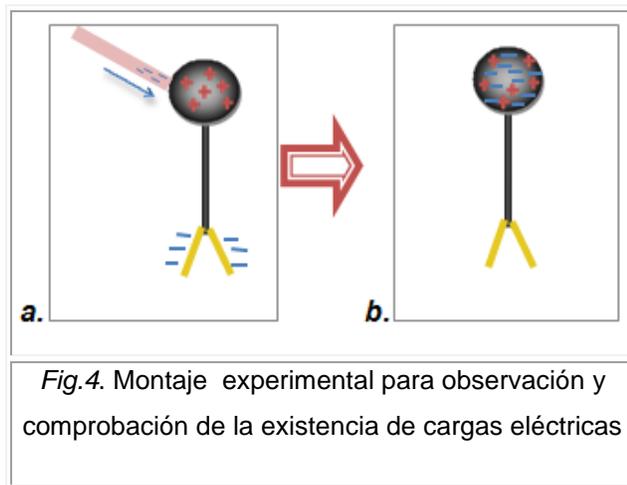
a. Barra de ebonita (con carga negativa) acercándose al electroscopio (con carga neutra).

b. El electroscopio en su estado normal.

Fig. 3. Montaje experimental para observación y comprobación de la existencia de cargas eléctricas

2. Al tocar la barra de ebonita cargada con la esfera del electroscopio las láminas de éste se abren; posteriormente, cuando ella se retira, éstas vuelven a su estado original. (ver fig.4.)

Como se mencionó anteriormente, la ebonita se encuentra cargada negativamente (posee un exceso de electrones) y al realizar contacto con la esfera del electroscopio, lo que hace es transferirle sus electrones, haciendo que dicho instrumento se cargue negativamente (de la misma forma ocurrida en el paso N° 1, las láminas se abren por efecto de la fuerza de repulsión).



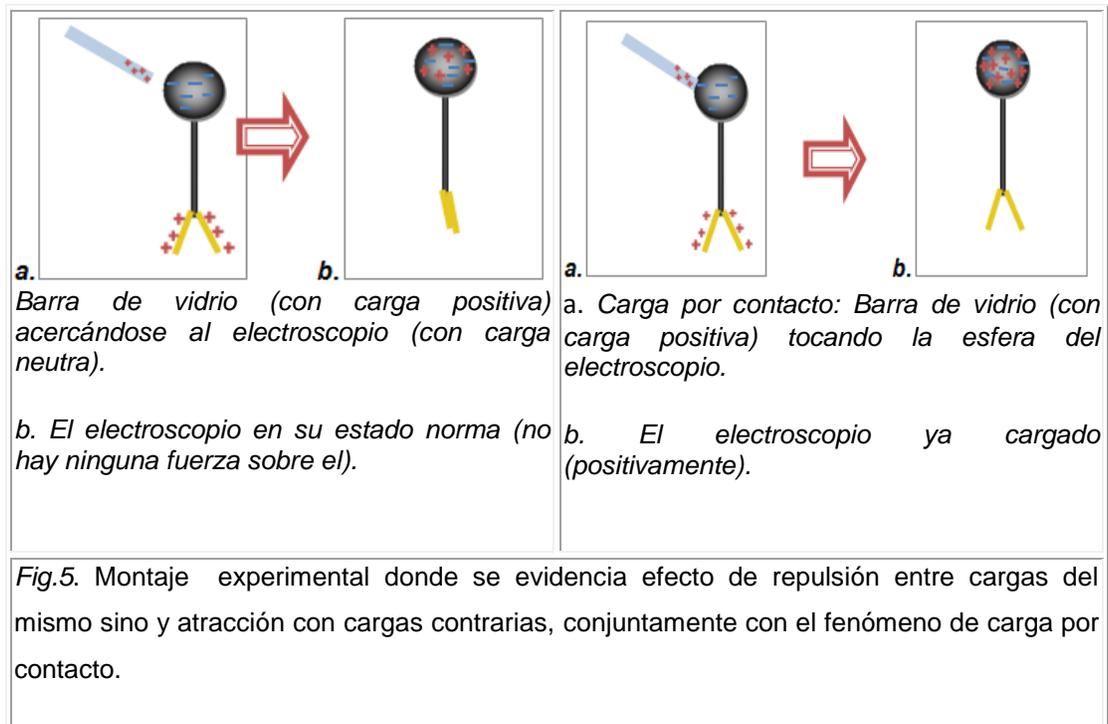
- a. Carga por contacto: Barra de ebonita (con carga negativa) tocando la esfera del electroscopio.*
- b. El electroscopio ya cargado (negativamente).*

3. Se observó que al acercarse la barra de vidrio al electroscopio ocurre lo mismo que en el paso N° 1 con la ebonita, con la diferencia que la que se emplea aquí, posee carga positiva (defecto de electrones) después de su frotamiento con la seda; así pues al aproximársele al mencionado instrumento se produce una redistribución de cargas haciendo que las positivas se alejen hacia las láminas de oro, que como resultado de ello se abren, por efecto de la fuerza de repulsión (en éste caso por cargas positivas, las de la barra de vidrio y las que ya poseía el electroscopio); y

que las cargas negativas se traten de acercar a la barra, como consecuencia de la fuerza de atracción, (ver fig.5)

Por ende, al hacer contacto el vidrio con el electroscopio, sí hay una transferencia de electrones pero desde éste último hacia la barra; quedando el electroscopio con carga positiva (defecto de electrones).

Ocurre un fenómeno inverso con el mismo resultado observable en el primer paso experimental.



Se puede asegurar que los anteriores hechos experimentales demuestran la existencia de los dos tipos de cargas; principalmente cuando la ebonita y el vidrio se frotran, el primero queda cargado negativamente, por la transferencia de electrones hacia ella, y el vidrio con positiva, por la transferencia de electrones hacia el trapo de seda. Y por supuesto, también se demuestra la existencia de los

tipos de cargas por lo sucedido con las láminas de oro, se abren por el resultado de la fuerza de repulsión (como se vio: por cargas del mismo signo).

Por otra parte es de notar, la diferencia que existe al momento de decir transferencia de cargas eléctricas y movimiento generado por efecto de repulsión entre cargas eléctricas del mismo signo, como se evidencia en el experimento (ver fig.5.) Donde claramente se observa que al acercar una barra de vidrio cargada positivamente al electroscopio, atrae las cargas de signo contrario y repele las positivas generando que las láminas de oro se separen una de otra, y que al retirarla, el equilibrio entre cargas regresa a su normalidad, observando cuando las laminas de oro tienen a regresar a su posición original, y la esfera del electroscopio no queda cargada ni positivamente y negativa, solo regresa al equilibrio. Caso contrario ocurre cuando se pone en contacto la barra de vidrio, cargada positivamente, con la esfera del electroscopio, donde esta se roba los electrones de la esfera dejándola cargada positivamente, (carga por contacto)

4. Posteriormente de haber cargado el electroscopio por contacto con una barra de ebonita, como se vio previamente, éste quedó con carga negativa (exceso de electrones); se hizo contacto a tierra, tocando la esfera del anterior, empleando como instrumento, el dedo, esto ocasionó que el exceso de electrones del electroscopio se dirigiera hacia la tierra. (ver fig.6.) Como resultado de ello, el electroscopio se descargó (quedó con igual número de electrones y de protones).

Es de aclarar que el dedo sirve u actúa como polo a tierra, debido a que nuestros pies están en contacto con el suelo.

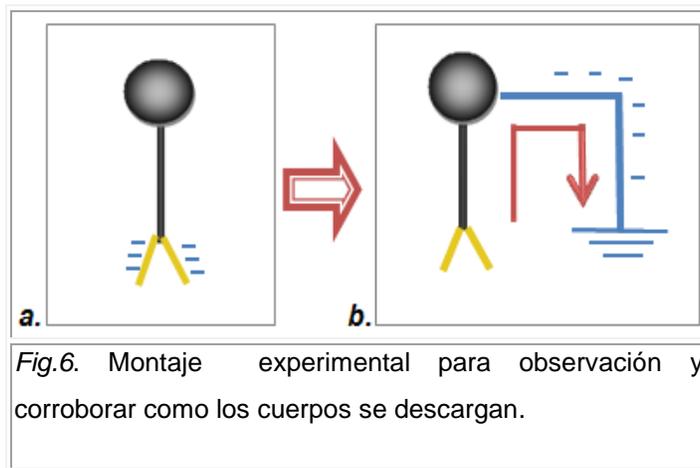


Fig.6. Montaje experimental para observación y corroborar como los cuerpos se descargan.

a. El electroscopio con carga negativa (consecuencia del contacto con la ebonita cargada)

b. Su descarga por consecuencia al contacto a tierra.

5. Sabiendo que por contacto con el vidrio (previamente cargado) el electroscopio queda cargado positivamente, así pues al tocar con el dedo su esfera (contacto a tierra), el exceso de electrones que se tenía se compensa, debido a que ellos viajaron desde la tierra hacia el electroscopio. (ver fig.7.) De ésta manera se descarga (queda con igual número de cargas).

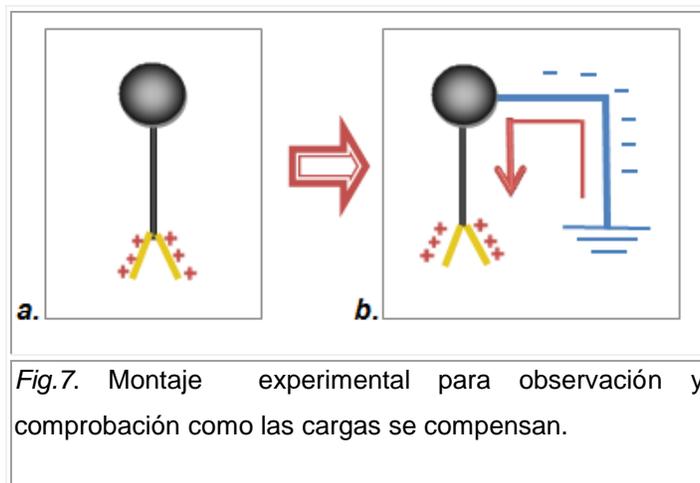


Fig.7. Montaje experimental para observación y comprobación como las cargas se compensan.

a. El electroscopio con carga positiva (consecuencia del contacto con el vidrio cargado)

b. Su descarga por consecuencia al contacto a tierra.

Pese a que el electroscopio esta con exceso de cargas positivas, con el polo a tierra esta descomposición se compensa con electrones, del polo a tierra.

6. Cuando la barra de vidrio cargada se acerca al electroscopio, posteriormente de haber sido cargado con una barra de ebonita, las láminas no se mueven (casi), esto es consecuencia a la fuerza de atracción, ya que el electroscopio se encuentra con carga negativa y la barra de vidrio con positiva, la fuerza de repulsión es baja, porque hay un mayor número de electrones que de protones (ver fig.8.)

Pero al acercarse ahora la barra de ebonita, las láminas se abren como resultado de la fuerza de repulsión (el electroscopio se encuentra cargado negativamente y la ebonita también; y como las cargas del mismo signo se repelen, las láminas de oro se abren).

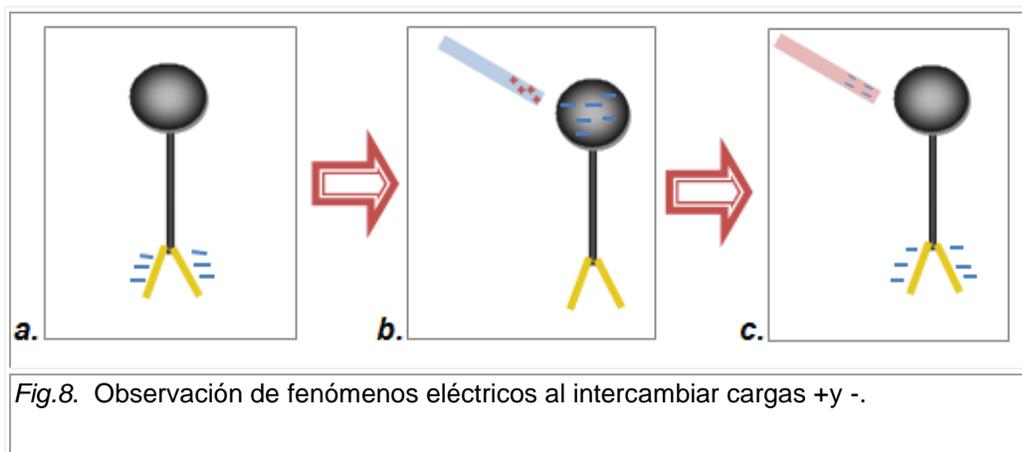
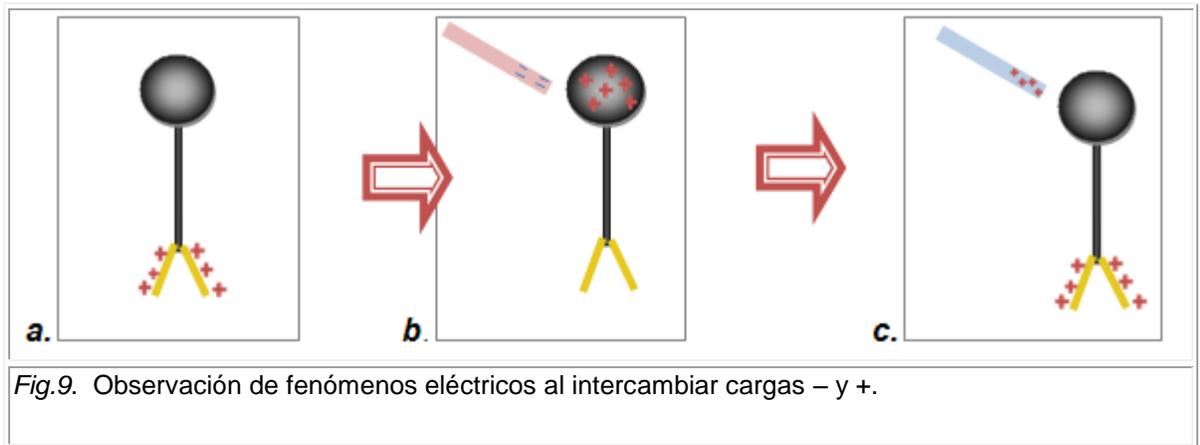


Fig.8. Observación de fenómenos eléctricos al intercambiar cargas +y -.

- El electroscopio ya cargado negativamente.*
- La fuerza de atracción resultante por acercar la barra de vidrio (con carga positiva) al electroscopio.*
- La fuerza de repulsión, consecuencia del acercamiento de la barra de ebonita (carga negativa) al mismo instrumento (carga negativa).*

7. Cuando la barra de ebonita cargada se acerca al electroscopio, posteriormente de haber sido cargado por el vidrio, las láminas no se mueven (casi), esto es consecuencia a la fuerza de atracción, ya que el electroscopio se encuentra con carga positiva y la barra de ebonita con negativa, la fuerza de repulsión es baja, porque hay un mayor número de protones que de electrones. (ver fig.9.) Pero al acercarse ahora la barra de vidrio, las láminas se abren como resultado de la fuerza de repulsión (el electroscopio se encuentra cargado positivamente y el vidrio también; y como las cargas del mismo signo se repelen, las láminas de oro se abren). Ocurre un fenómeno inverso con el mismo resultado observable en el anterior paso experimental.



a. El electroscopio ya cargado positivamente.

b. La fuerza de atracción resultante por acercar la barra de ebonita (con carga negativa) al electroscopio.

c. La fuerza de repulsión, consecuencia del acercamiento de la barra de vidrio (carga positiva) al mismo instrumento (carga positiva).

8. Al acercar la barra de ebonita ocurre lo mismo que en el paso N° 1, pero cuando se hace contacto a tierra el electroscopio queda cargada positivamente ya que sus electrones se dirigen desde éste hacia la tierra; por ello al quitar el dedo de la esfera, lo anterior se sigue observando (el electroscopio tiene defecto de electrones) y consecutivamente, al retirar la barra, el electroscopio sigue manteniendo la anterior carga, (ver fig.10, y 10.1.) el electroscopio quedó con carga positiva.

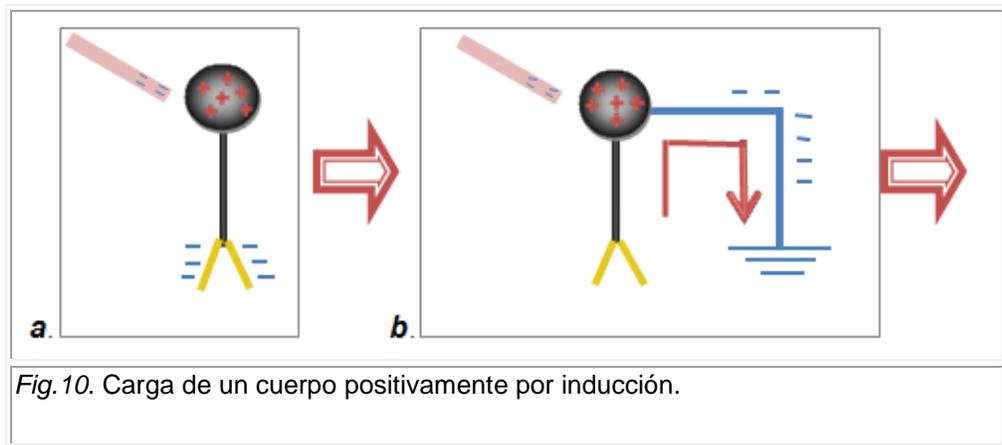


Fig.10. Carga de un cuerpo positivamente por inducción.

- a. Redistribución de las cargas, consecuencia de acercar la barra ya cargada, y la fuerza de repulsión y atracción.
- b. Contacto a tierra y el desplazamiento de electrones desde el electroscopio hasta ella.

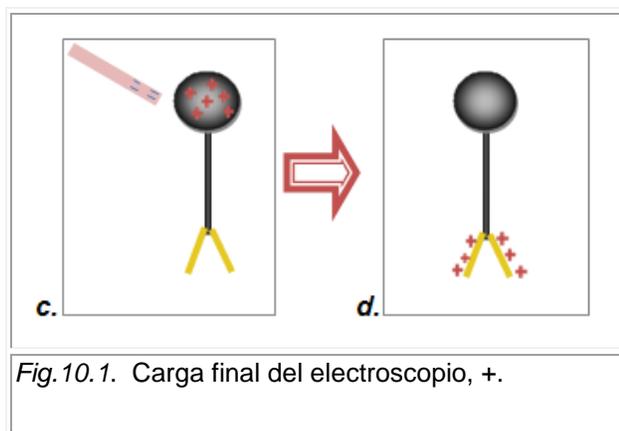
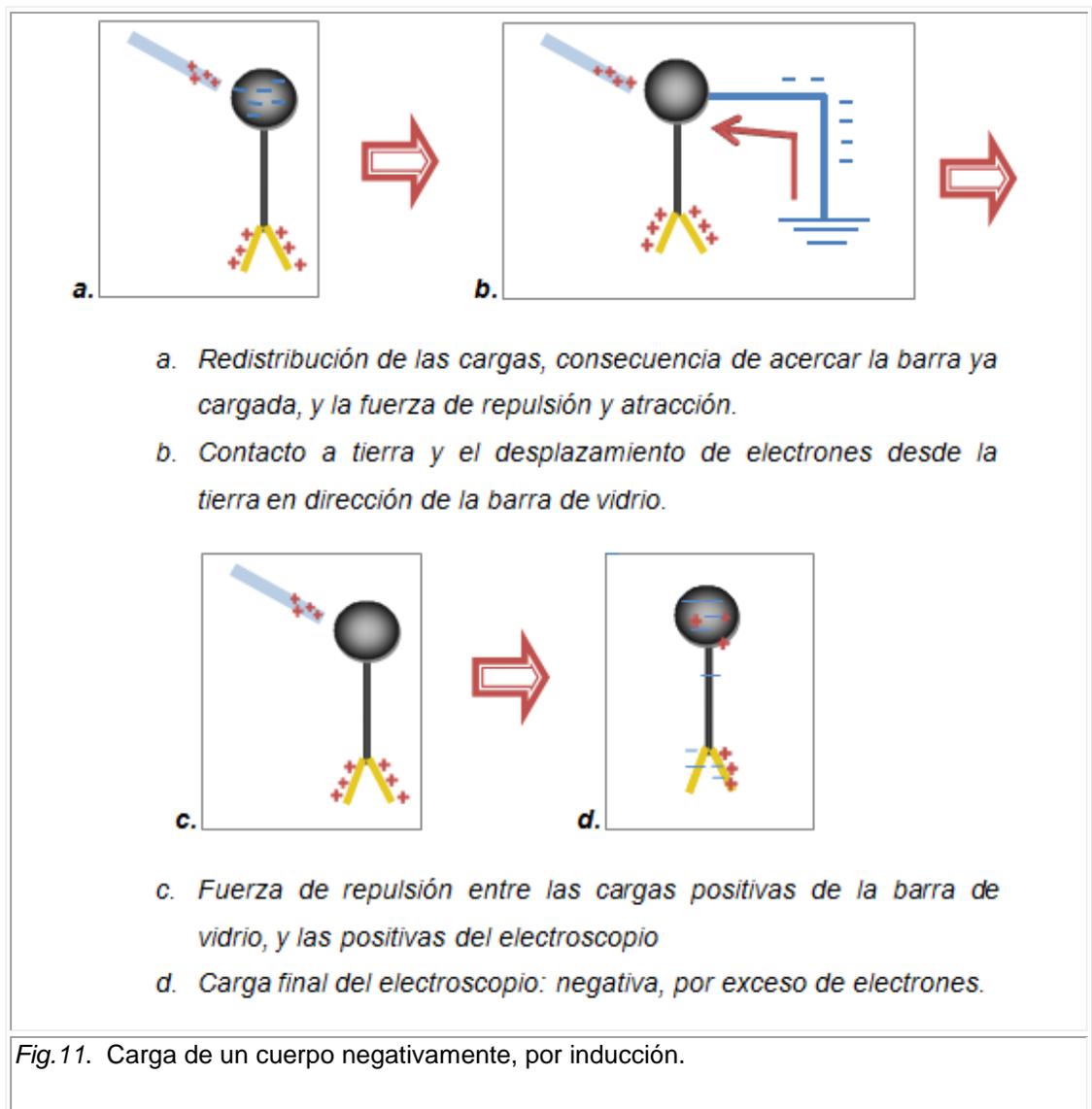


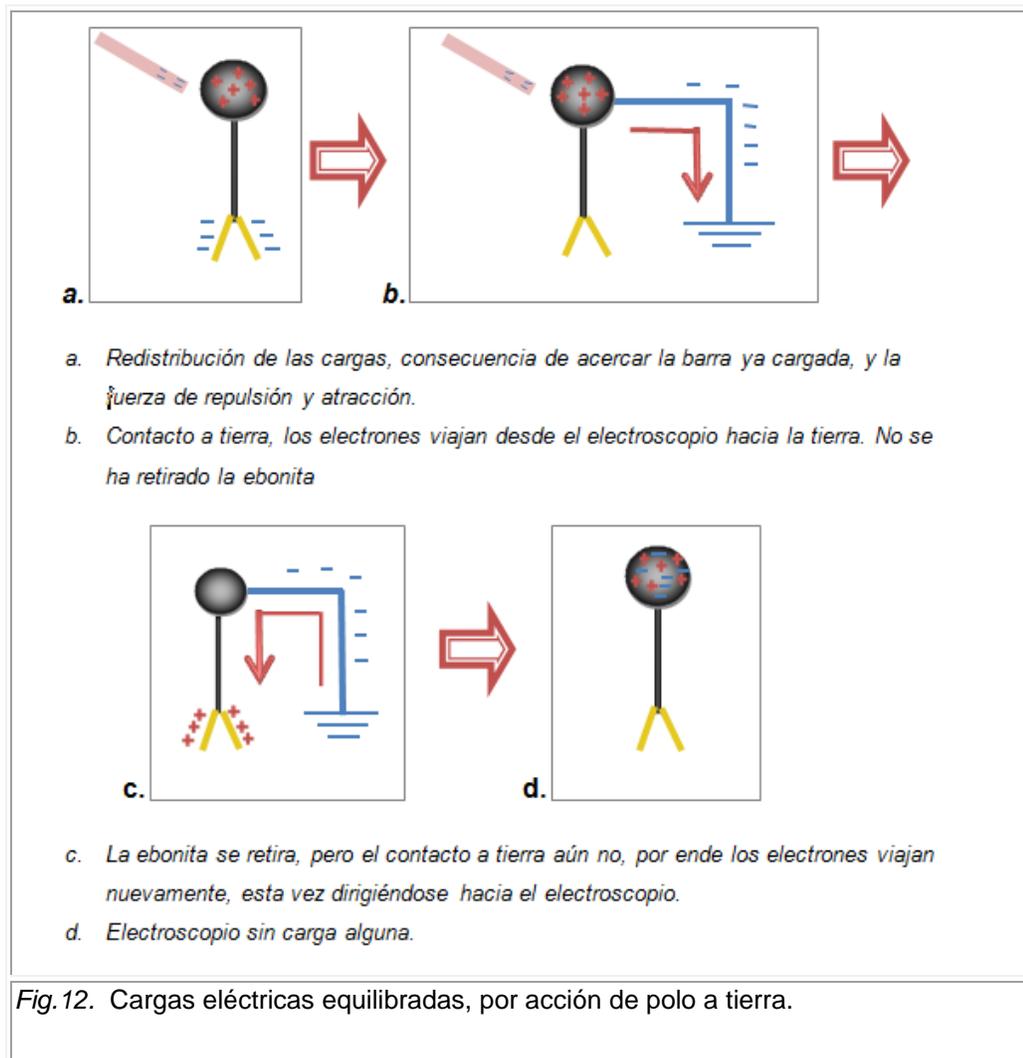
Fig.10.1. Carga final del electroscopio, +.

- c. Fuerza de atracción entre las cargas negativas de la barra de ebonita, y las positivas del electroscopio
- d. Carga final del electroscopio: positiva.

9. Al acercar la barra de vidrio ocurre lo mismo que en el paso N° 3, pero cuando se hace contacto a tierra el electroscopio queda cargado positivamente ya que sus electrones se dirigen desde éste hacia la tierra, fig.9; por ello al quitar el dedo de la esfera, lo anterior se sigue observando (el electroscopio tiene defecto de electrones) y consecutivamente, al retirar la barra, el electroscopio sigue manteniendo la anterior carga; el electroscopio quedó con carga positiva. (ver fig.11.)

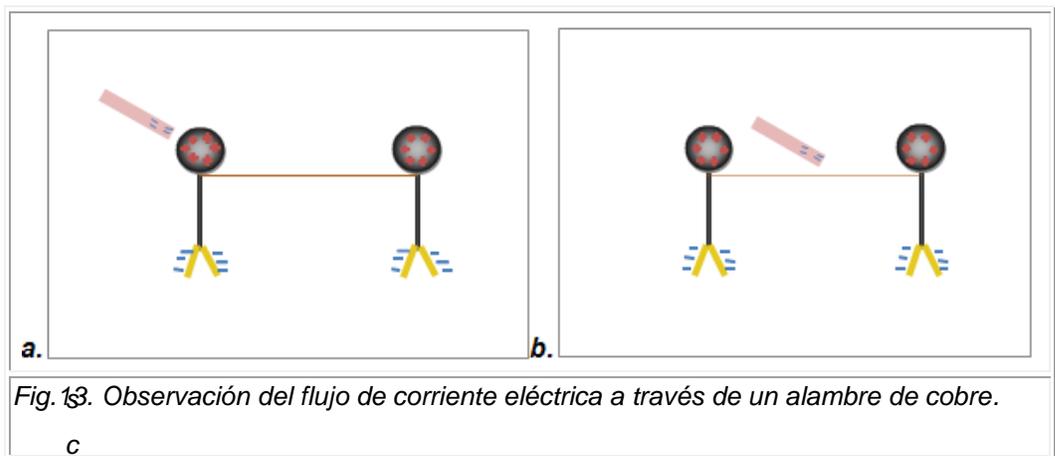


10. Al acercar la barra de ebonita, previamente cargada, al electroscopio, se experimentó lo mismo que sucedió en el primer paso (fuerza de repulsión entre las cargas negativas, que causan que las láminas de oro se abran) (ver fig.12.) seguidamente, al realizar el contacto a tierra las láminas se cerraron (retoman su normal estado) ya que los electrones del electroscopio se dirigen hacia la tierra, pero al retirar la barra de ebonita, los electrones se dirigen ahora hacia el electroscopio y éste retoma su estado inicial, sin carga; el electroscopio queda con un número igual de electrones y de protones.



11. Después de unir los dos electros copios con el alambre de cobre y acercar la barra de ebonita, cargada previamente, a uno de ellos se observó que las láminas de ambos se abrían. El mismo acontecimiento tuvo lugar cuando, una vez de acercar la barra a uno de ellos, ésta se dirigió ahora hacia la mitad del alambre, las láminas se movieron. (ver fig.13)

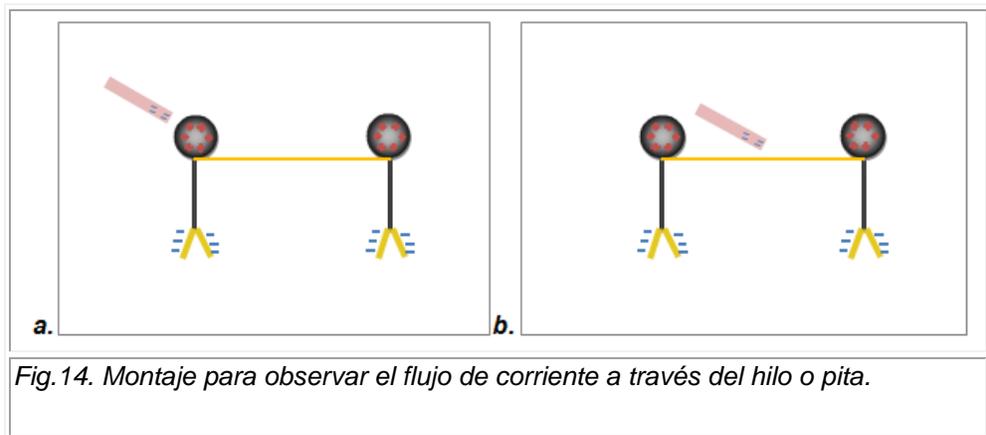
Esto ocurrió ya que la barra de ebonita posee carga negativa y al acercarse al electros copio (o al alambre) las cargas del mencionado instrumento se vuelven a distribuir de manera tal que lo protones (por fuerza de atracción) queden lo más cerca posible a los electrones de la ebonita y que los suyos se alejen por fuerza de repulsión. Además éste hecho ocurre en ambos electros copios debido al alambre, un material en el cual la carga eléctrica se puede mover a través de él, es decir un conductor.



a. Electros copios unidos por un alambre de cobre. A uno de ellos se les acerca una barra de ebonita ya cargada.

b. Electros copios unidos por un alambre de cobre. A la mitad del alambre se acerca la barra de ebonita previamente cargada.

12. Al proceder de la misma manera que en el paso N° 11, ésta vez reemplazando el alambre de cobre por una cuerda de hilo o pita. (ver fig.14.) ocurrió lo mismo que en el mencionado, diferenciándose ahora que la intensidad en la que las láminas de ambos electroscopios se abren es menor que cuando se experimento con el alambre; esto es debido al material, la cuerda no conduce la carga eléctrica también como el material empleado en el anterior procedimiento.

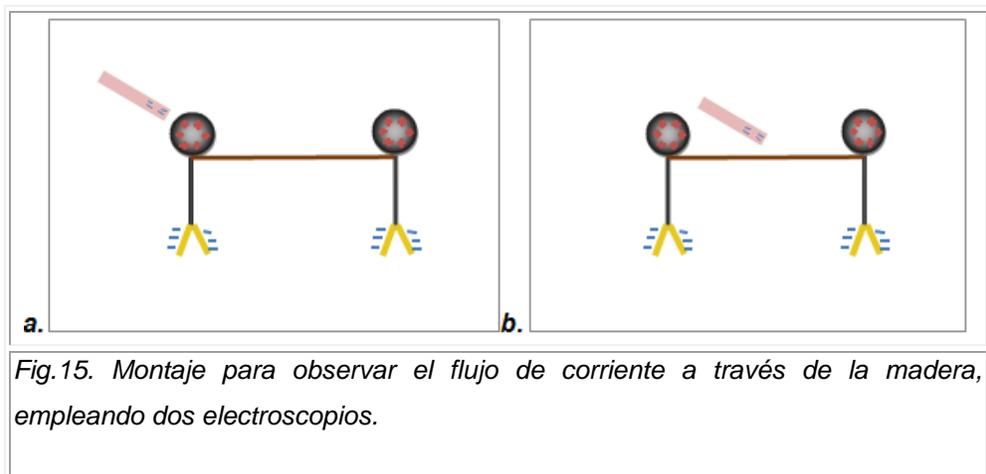


- a. *Electroscopios unidos por una cuerda de hilo o pita. A uno de ellos se les acerca una barra de ebonita ya cargada.*
- b. *Electroscopios unidos por una cuerda de hilo o pita. A la mitad de la cuerda se acerca la barra de ebonita previamente cargada.*

Por otra parte es de suponer que las cargas negativas (electrones) son las que hacen que las laminillas de oro se distancien una de otra.

13. Al proceder de la misma manera que en el paso N° 11, ésta vez reemplazando el alambre de cobre por una vara de madera, ocurrió lo mismo que en el mencionado, diferenciándose ahora que la intensidad en la que las láminas de ambos electros copios se abren es menor que cuando se experimento con el alambre y con la cuerda; esto es debido al material, la madera no conduce la carga eléctrica también como el material empleado en el procedimiento N° 11 y 12. (ver fig.15)

Las láminas se abren en menor proporción que en el caso de la cuerda, lo que nos indica, que en medida, es menor conductor.



CONCLUSIONES

- Al observar como las laminillas de oro y como se distanciaban una de otra, por acción de aproximar objetos eléctricamente cargados con anticipación, se puede concluir que efectivamente existen fuerzas eléctricas, que interactúan de forma repulsiva y atractiva; como se evidencio en la práctica de laboratorio, y en donde se interactúan cuerpos de distinta carga eléctrica, es posible comprobar la existencia de cargas eléctrica contrarias positiva y negativa.
- Al observar el comportamiento de las laminillas de oro de dos electros copios unidos por cierto material, aproximándoles un objeto eléctricamente cargado a una de ellas es posible concluir y verificar que existen diferentes grados de conductividad eléctrica, y que es muy acertado el planteamiento que clasifica eléctricamente los objetos en superconductores, conductores, semiconductores y dieléctricos.
- En base al comportamiento observado en los electros copios unidos por algún material, sobre las laminillas de oro, cuando se les aproxima una carga eléctrica, se concluye que los materiales más conductores en su orden son: el alambre de cobre, la madera y por último la cabuya o piola; esto teniendo en cuenta el grado de separación que se observo entre las laminillas al aproximarles el objeto eléctricamente cargado.
- Se puede inferir que para descargar un cuerpo, y ponerlo en equilibrio eléctrico, basta con generar un contacto a tierra, y esta se encargara de equilibrar los excesos energéticos.

BIBLIOGRAFÍA

- Guía de laboratorio De física, El electroscopio.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Electroscopio>
- Física Fundamental 2, Michel Valero. Pg. 161.
- http://www.angelfire.com/musicals/cargas_f/Electroscopio.htm