

## FÍSICA DE BAJO COSTO

*JUANTO, SUSANA; PRODANOFF, FABIANA; ZAPATA, MATIAS; RONCONI, JORGE;  
BIE, NICOLAS*

GRUPO IEC, FRLP, UTN  
fabianaprodanoff@gmail.com

### RESUMEN

La Física forma parte de las llamadas ciencias fácticas. Las ciencias fácticas tratan de encontrar una coherencia entre los hechos y las ideas que se plantean sobre esos hechos. Pero, esta coherencia por sí sola no alcanza, se hace necesaria la observación y la experimentación. Es la razón por la cual son tan necesarias las experiencias de laboratorio. En las escuelas secundarias (ES), ya sea por falta de presupuesto o de material, la mayoría de los conceptos relacionados con Física se plantean desde una perspectiva teórica. Se hace necesario revertir esta situación de casi nula experimentación por parte de los estudiantes. Se desarrollan aquí algunas de las experiencias que se realizan con el equipo de electrostática Van de Graaff y se presenta una máquina de Wimshurst de construcción casera que permite la realización de las mismas experiencias, así como otras propuestas sencillas y de bajo costo.

**Palabras clave:** laboratorio, electrostática, ES, bajo costo.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas ha habido una revalorización de los trabajos en el laboratorio y las experiencias tanto cualitativas como cuantitativas. En este contexto, los estudiantes pueden plantear algún análisis y discusión de los fenómenos físicos involucrados.

Es de destacarse que el cambio no se realiza automáticamente por la mera inclusión de un trabajo de laboratorio sino que se requiere un enfoque pedagógico adecuado, sin el cual su inclusión puede resultar hasta negativa (Baade, 2002).

Los trabajos de laboratorio deben planearse de manera de reorientarlos para desarrollar la curiosidad, incentivar la discusión y la reflexión, permitir la elaboración de hipótesis y el análisis crítico de los resultados (Carrascosa, 2006). Muchas veces se comentó sobre la pobre presencia efectiva de los mismos en los cursos de la ES aduciendo la falta de equipamiento y el costo de algunos de ellos. Sin embargo, Gellon *et al.* (2005) opinan que es imperativo generar una educación en las ciencias cuyo foco sea el proceso de construcción de las ideas, a fin de que los estudiantes puedan comprender el significado del método científico, para lo cual es imprescindible realizar medidas experimentales, analizarlas y argumentar sobre esos datos.

En este trabajo, se propone experiencias de laboratorio a bajo costo que permitan poner a los estudiantes en situación de observar, relacionar y pensar (Andres et al, 2006).

En particular, la asignatura Física forma parte de la curricula de Quinto año de la Escuela Secundaria de la modalidad Ciencias Naturales en la Prov. Bs.As, donde los temas a desarrollar son, entre otros, Electricidad y Magnetismo<sup>1</sup>.

Se plantean y discuten, entonces, algunas experiencias de electrostática que pueden realizarse con un generador de electricidad estática. Estas máquinas se utilizan para producir alta tensión con baja intensidad de corriente, como por ejemplo el electróforo, la máquina de Wimshurst y el generador de Van de Graaff.

El generador de Van de Graaff es un instrumento muy útil y didáctico pero de alto costo. Como contrapartida, se muestra la construcción de una máquina de Wimshurst que puede realizar las mismas experiencias pero con un costo de construcción muy económico.

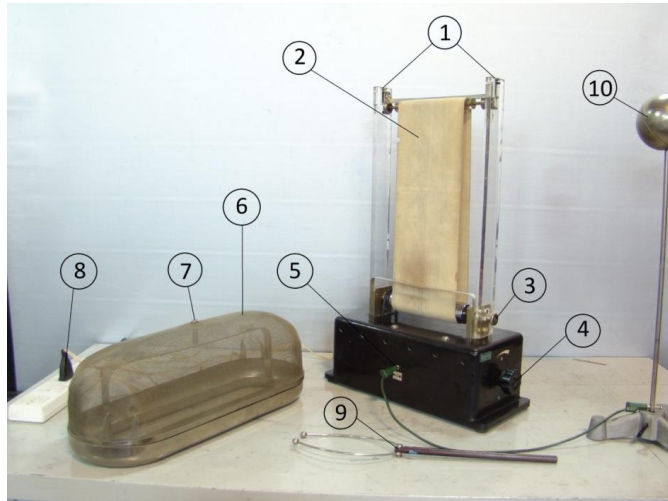
### **Generador electrostático de Van de Graaff**

El generador electrostático de Van de Graaff (Figura 1) es un instrumento que permite acumular grandes cantidades de carga electrostática en un cascaron metálico, mediante una banda transportadora de material aislante. En contacto con el cilindro en movimiento, la cinta adquiere carga que es transportada hacia el cascarón. Tiene numerosas aplicaciones en electrostática mostrando la interacción entre cargas, cargando cuerpos por conducción, etc..

---

1

<http://servicios2.abc.gov.ar/lainstitucion/organismos/consejogeneral/disenioscurriculares/secundaria/quinto/naturales/fisica.pdf>



*Figura 1: Generador de Van de Graaff: 1-Tornillos de ajuste superiores; 2- Banda de goma; 3- Tornillos de ajuste del rodillo inferior; 4- Perilla reguladora de velocidad; 5- Salida de puesta a tierra; 6- Casco hueco metálico; 7- Conector superior; 8- Enchufe; 9- Descargador con articulación; 10- Inductor de esfera*

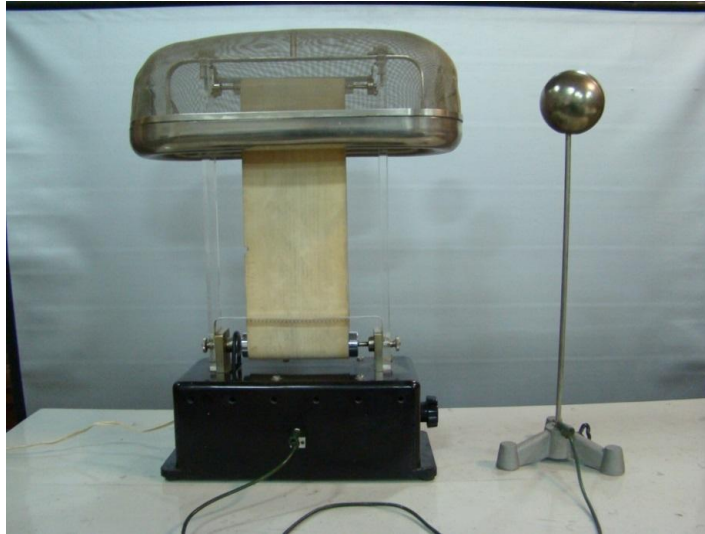
El generador electrostático debe conectarse a una fuente de corriente alterna de 220 Volt. Para que comience a girar la banda de goma, debe girarse la perilla en dirección horaria y regularse a la rapidez deseada. Al circular la banda de goma, el terminal hueco en la parte superior del generador comenzará a cargarse con carga electrostática positiva (Brenni, 1999).

La tensión máxima alcanzable depende de la resistencia del aire (afectada por la humedad ambiente). En condiciones ideales, pueden lograrse tensiones de hasta 300 KV.

### **PROPUESTA EXPERIMENTAL**

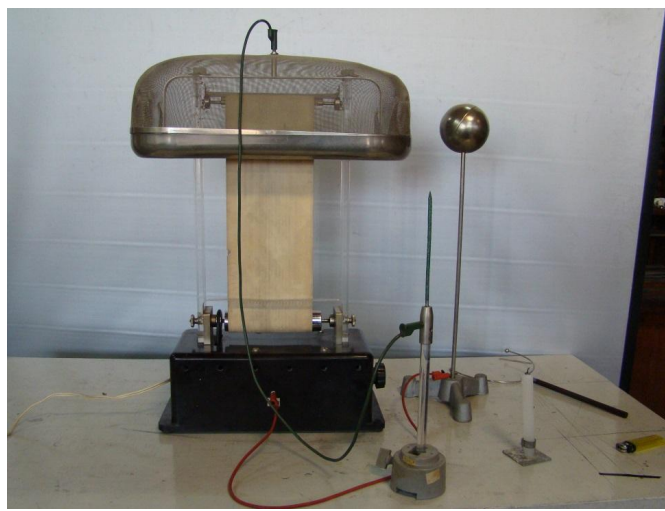
Entre las experiencias que pueden realizarse utilizando el Generador de Van de Graaff, se encuentran las siguientes:

- Generación de chispas: se coloca la esfera metálica montada sobre un pie (Figura 2), conectada a la puesta a tierra del equipo. Si se acerca lo suficientemente la esfera al casco metálico, se pueden observar las chispas producto de la diferencia de potencial.



*Figura 2: disposición del generador de Van de Graaff con la esfera metálica. El cable conectado al pie de la esfera está conectado en el conector de tierra.*

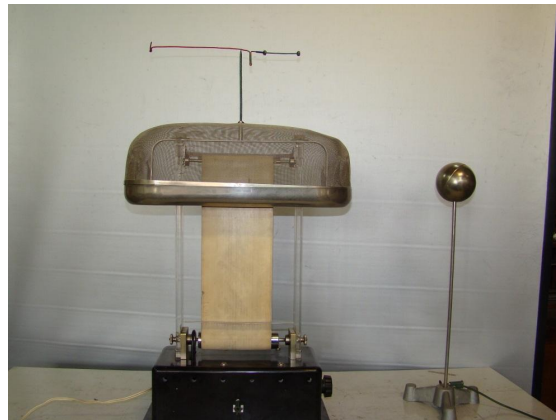
- Viento eléctrico: Se coloca una varilla metálica puntiaguda con un mango de plástico que sirva de aislante (Figura 3). Se la conecta al terminal superior del casco hueco. Al poner en marcha el generador, se cargará la varilla, acumulándose carga especialmente en la punta. La densidad de carga electrostática acumulada producirá la ionización del aire dando como resultado un movimiento del aire circundante el cual puede detectarse acercando una vela encendida. En algunos casos, según sea la densidad de carga alcanza, puede hasta apagarla.



*Figura 3: Disposición de elementos para realizar la experiencia "viento eléctrico". La varilla metálica con punta, debe ir conectada al terminal del casco hueco del generador.*

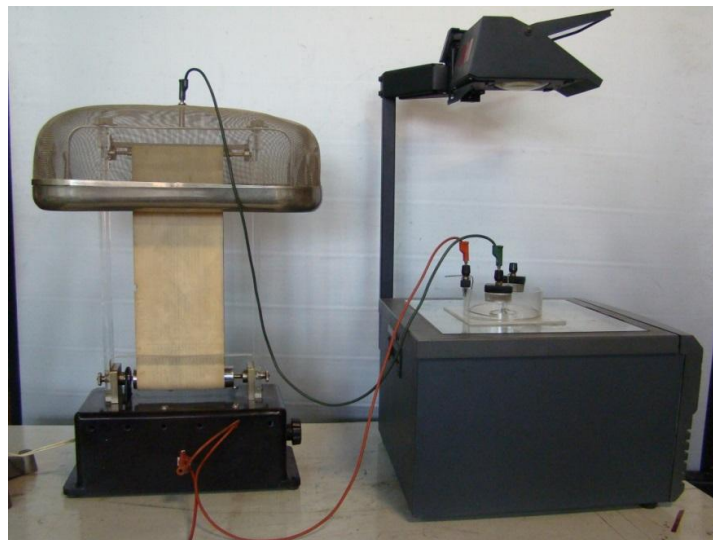
- Hélice electrostática: A la terminal superior del casco hueco, se le coloca un soporte metálico fino y sobre éste, haciendo equilibrio, una varilla también metálica (Figura 4). Esta disposición sirve para estudiar los efectos de punta en los conductores electrostáticamente cargados. Al comenzar a cargarse el equipo, también se cargará

la varilla. Dada su forma, se acumulará carga en sus extremos. Dada que las cargas de distintos signos se repelen, las puntas tratarán de alejar entre sí y por ende la varilla comenzará a girar.



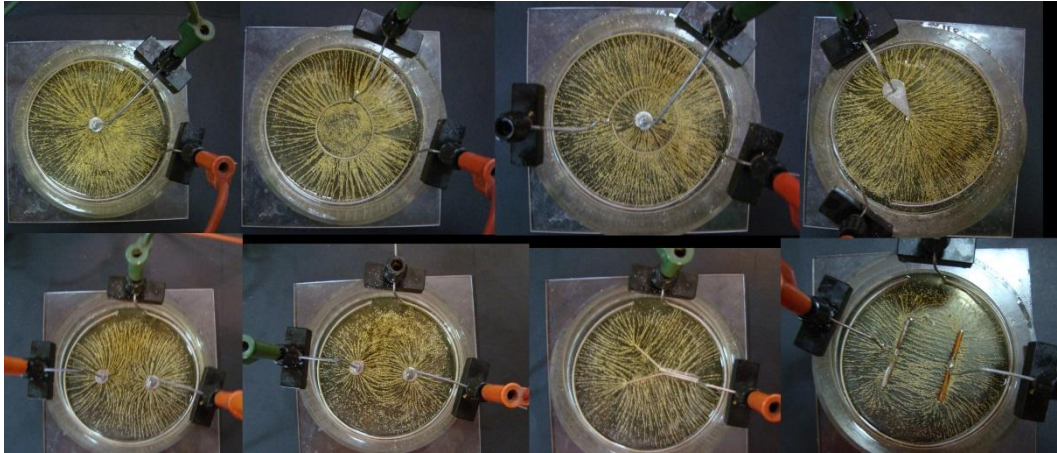
*Figura 4: Disposición de elementos para la experiencia "hélice electrostática".*

- Visualización de líneas de campo utilizando granos de sémola en suspensión: se utilizan granos de sémola suspendidos en aceite en un recipiente adecuado (Figura 5). Se conectan los terminales superior y de tierra del equipo mediante cables a los terminales de los accesorios metálicos que se introducen en el aceite. Los granos de sémola se alinearán, según sea la configuración elegida, con las líneas de campo electrostático (Figura 6). Para una mejor visualización se puede utilizar el proyector óptico.



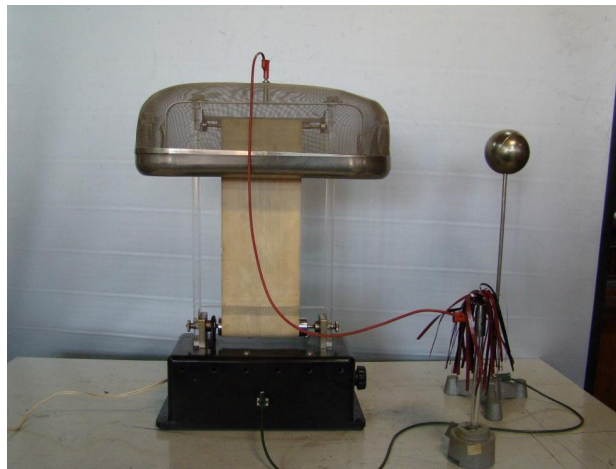
*Figura 5: Disposición básica de elementos para la visualización de líneas de campo electrostático. Se incluye el proyector en la disposición, para mejorar su visualización.*





*Figura 6: Ejemplos de líneas de campo electrostático utilizando granos de sémola.*

- Mechón de pelo: El "mechón de pelo" debe conectarse, ya sea, directamente en la parte superior del casco hueco, o bien conectarlo a éste mediante un cable de cobre, para demostrar el efecto de la carga electrostática sobre filamentos. Cuando conectamos el generador, los pelos del mechón se separan al cargarse distanciándose de la cúpula y entre ellos, a causa de "la repulsión de cargas de igual signo".



*Figura 7: Disposición de elementos para la visualización "el mechón de pelo". El "mechón" debe conectarse al terminal hueco del generador*

### Equipo de bajo costo

La máquina Wimshurst está compuesta por dos discos de ebonita, dispuestos sobre el mismo eje, de forma paralela y próximos entre sí. Los discos se ponen a girar cuando se mueve una manivela adosada a dos pares de poleas unidas por una cuerda sin fin, una de ellas cruzada para permitir que giren en sentidos opuestos (Figura 8).



Figura 8: Máquina de Wimshurst.

A diferencia del generador de Van de Graaff, la máquina de Wimshurst no necesita estar conectada a la red domiciliaria para crear una carga inicial, facilitando de esta forma su uso en la ES. Debe realizarse un trabajo mecánico para mover los discos, la cual se convertirá en energía eléctrica.

Se presenta aquí la construcción de una máquina de Wimshurst utilizando materiales de uso cotidiano o algunos de muy bajo costo (Figura 9).

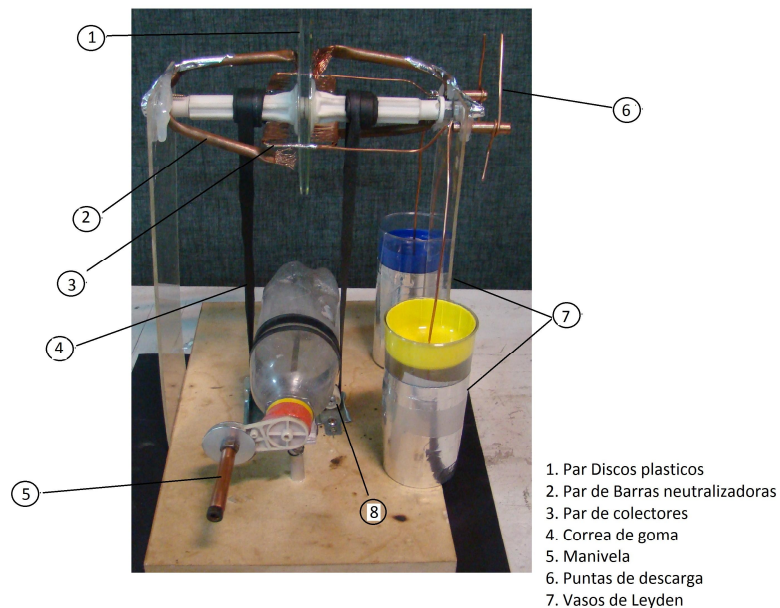
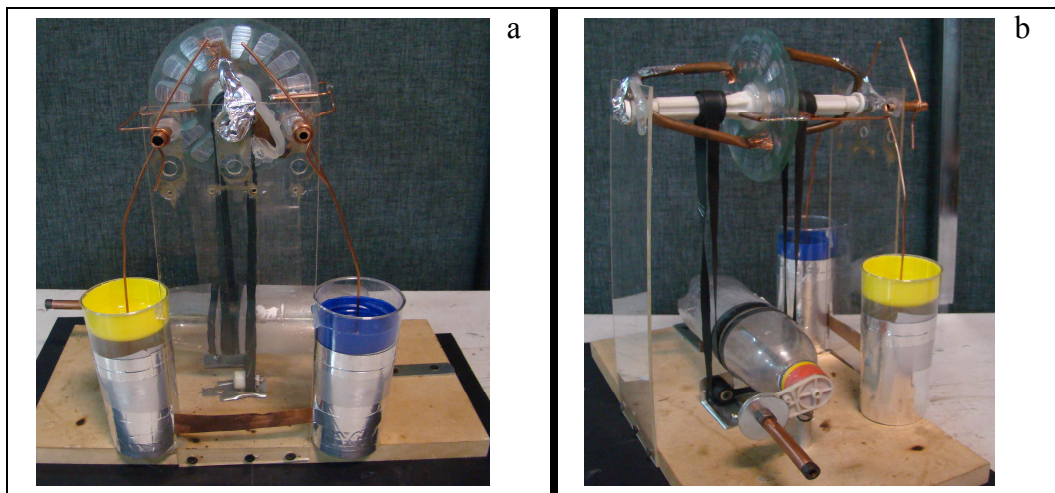


Figura 9: Máquina de Wimshurst de fabricación casera.

Para su construcción, es necesario contar con una tabla de madera para la base y dos placas de acrílico para los soportes laterales.

El sistema mecánico consta de una botella plástica de 500cc de gaseosa con una manivela que permita girar la botella, este movimiento es transmitido por una correa elaborada con goma de cámara de bicicleta. La botella está soportada por una escuadra en un extremo y una grampa plástica, a fin de permitir que gire libremente de forma manual al accionar la manivela.

Por encima del sistema de propulsión (botella), perpendicular a éste, está colocado un eje metálico (un tornillo con tuerca y contra tuerca de unos 30 cm de largo). Este tornillo sirve de eje para los discos de inducción, elaborados con discos compactos (CD). Antes de utilizar los CD, hay que despintarlos y colocarles trozos de cinta de aluminio utilizada en plomería en una de sus caras. Los trozos de aluminio tienen forma de pétalo y se encuentran equidistantes. Los CD están enfrentados con sus caras y giran en sentidos opuestos, esto se logró con una sola correa que pasa dos veces por el eje, desplazándose en un sentido y en el otro (Figura 10).



*Figura 10: Máquina de Wimshurst de fabricación casera: a) vista de frente. b) lateral.*

Montado sobre el eje superior, hay dos peines que rozan el CD por la zona donde están las láminas. Estos peines son de alambre de cobre y están solidarios a un alambre de cobre más rígido de unos 2 mm de diámetro, tiene dos peines por CD diametralmente opuestos y formando una cruz con el que está en el otro disco. En la cercanía de los discos hay dos herraduras de alambre de cobre que los envuelven y tienen unas puntas que se acercan a los discos sin tocarlos, estas herraduras se conectan al terminal central de un vaso de Leyden, que está elaborado con un vaso plástico descartable y forrado con chapa de aluminio de lata de gaseosa por dentro y por fuera. Los terminales finalizan en unas puntas móviles tal que acercando una punta con la otra, se produce un pequeño arco eléctrico (Figura 11).



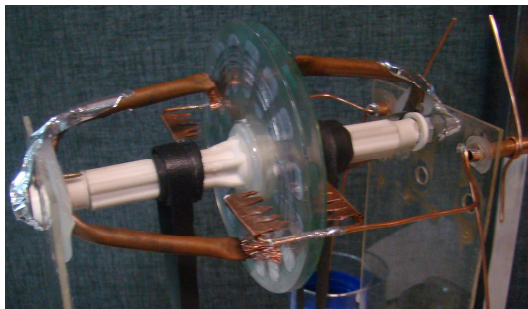


Figura 11: Máquina de Wimshurst de fabricación casera, vista superior.

### OTRAS EXPERIENCIAS DE BAJO COSTO

Podemos mencionar experiencias aún más sencillas (Zitzewitz et al,1997), posiblemente conocidas:

Para mostrar carga por inducción, frotar una birrome (de plástico) sobre el pullover, y acercarla a trocitos de papel.

Construcción de un electroscopio con una botella de gaseosa, una aguja de tejer y hojuelas de papel de aluminio.

Electrólisis del agua mediante una pila de 9 V, agua con un poco de sal y alambre de cobre o minas de grafito como electrodos (figuras 12).

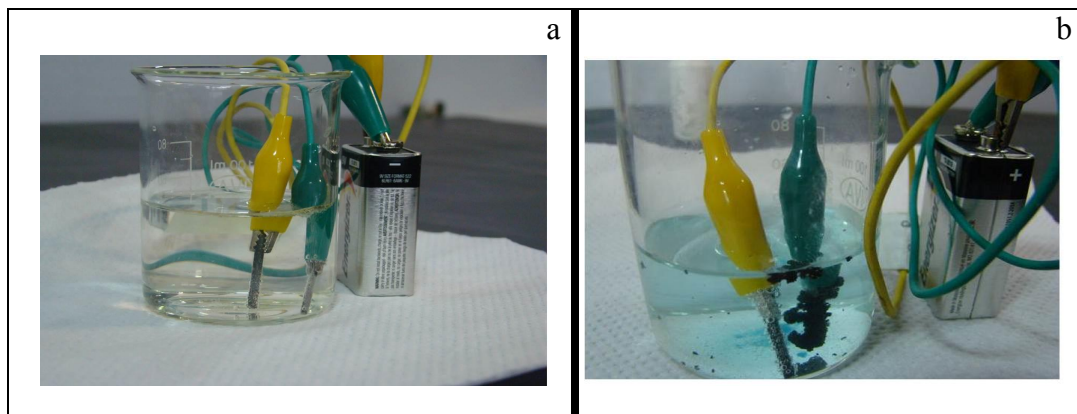


Figura 12: Electrodos de grafito: a) en agua con sal, se observa desprendimiento de hidrógeno en el electrodo negativo, y de oxígeno en el electrodo positivo. b) en agua con sulfato de cobre (II), se observa depósito de cobre metálico en el electrodo negativo, y desprendimiento de oxígeno en el electrodo positivo.

## CONCLUSIONES

Dice Adrian Paenza<sup>2</sup> que la matemática es odiada porque no es aplicable a la vida real. La Física es mucho más aplicable, mucho más tangible, y sin embargo suele caer bajo esa misma condena. ¿Por qué? ¿Somos también responsables de alejarla del mundo real, cuando no se realiza ningún trabajo de laboratorio?

Este trabajo pretende ayudar en el armado de experiencias de electrostática y electricidad que permitan la discusión de los fenómenos subyacentes con los estudiantes.

El equipamiento de bajo costo puede ser armado por los estudiantes lo cual constituye por sí mismo una oportunidad para adquirir competencias y comprometerse de esta forma con el proceso de enseñanza aprendizaje.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andres Z., M. M.; Pesa, M. A.; Moreira, M. A. (2006) El trabajo de laboratorio en cursos de física desde la teoría de campos conceptuales. *Ciência & Educação (Bauru)*, vol. 12 (2); 129-142.

Baade, N. N; Lavagna, M. E; Mercader, P. (2002) Tutoriales, una propuesta de flexibilización. INTERTECH 2002 (VII Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería y Tecnología). Edición electrónica. 868. [http:// www.lusiada.br/intertech2002](http://www.lusiada.br/intertech2002).

Brenni, P. (1999) The Van de Graaff generator. An electrostatic machine for the 20th century. *Bulletin of the Scientific Instrument Society* No. 63.

Carrascosa, J.; Gil Pérez, D.; Vilches, A.; Valdés, P. (2006) Papel de la Actividad Experimental en la Educación Científica. *Cad. Brás. Ens. Fís.* vol. 23 (2): 157-181.

Gellon, G.; Rosenvasser Feher E.; Furman, M.; Golombek, D.(2005) *La ciencia en el aula*. Bs As., Argentina. Ed Paidós.

Zitzewitz, P y Neft, R. (1997) *Física 2. Principios y problemas*. Colombia. Ed. McGrawHill.

---

<sup>2</sup> <http://www.territorioidigital.com/notaimpresa.aspx?c=6479093677772679>