

# Despertando en el secundario el interés por las carreras científico-tecnológicas a través del trabajo experimental

Raising interest for scientific-technological careers through experimental work at secondary schools

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

Susana Juanto, Fabiana Prodanoff, Diego Alustiza, Lía Zerbino, Jorge Ronconi, Nahuel Cristofoli, Jorge Stei  
Grupo IEC. Facultad Regional La Plata, Universidad Tecnológica Nacional, 60 y 124, La Plata, CP 1900, Buenos Aires, Argentina.

E-mail: sujuanto@yahoo.com.ar

(Recibido el ####; aceptado el ####) [Las fechas serán añadidas por el editor]

## Resumen

Es sabido que en la mayoría de los colegios secundarios no se cuenta con personal especializado en el mantenimiento y reparación de equipos de laboratorio y, que en general, los profesores no cuentan ni con el tiempo ni con las competencias para la tarea. Como resultado, esos equipos quedan descartados o sin uso en las clases de ciencias perdiéndose la oportunidad de despertar curiosidad e interés en los alumnos, y lo que es peor, sin aprovechar la oportunidad que la experimentación brinda para lograr un aprendizaje significativo, una alfabetización científica y un eventual interés por profundizar y encarar posteriormente carreras científico-técnicas. La utilización de dichos equipos combinada con los sistemas de adquisición de datos desarrollados por nuestro grupo contribuirán a agilizar y modernizar el proceso de aprendizaje, como también a fomentar las vocaciones en las carreras científico – técnicas.

**Palabras clave:** Vinculación escuela media – universidad, laboratorios, modernización de equipamientos, Física, Química.

## Abstract

Most secondary schools lack specialized employees for equipment repairing and maintaining, and the teachers do have neither time no skill for the task. In that way, equipment is discarded or receive no use in science classes: the chance to interest students is lost, and even worst, the chance to gain significative learning and scientific alphabetization through experimentation, as well as further interest in scientific careers are lost. Recovered equipment use, as well as the data acquisition system developed by us, contribute to update learning processes and to increase interest in scientific and technological careers.

**Keywords:** secondary school-University relationship, experimental work, equipment upgrading, Physics, Chemistry.

## I. INTRODUCCIÓN

Nuestro grupo de investigación ha brindado, en varias oportunidades, apoyo a diversas instituciones a fin de organizar, mantener y complementar los equipos de laboratorio con que cuentan para desarrollar su tarea en el aula de Ciencias Naturales (Zerbino, 2008).

Estos antecedentes nos llevaron a implementar un Proyecto de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTS) que hemos iniciado, en articulación, con Colegios de Educación Media de nuestra zona. El mismo ofrece apoyo para que los profesores de Ciencias de la Escuela Media logren interesar a sus alumnos en las carreras científico-tecnológicas a través del trabajo experimental (Moreno Sánchez, 2012).

El PDTS consiste en:

- la recuperación, reparación y puesta en valor de equipos de laboratorio que se encuentran actualmente en desuso por fallas y rupturas y por falta de personal idóneo que sepa sobre su manejo. Es importante destacar que el equipamiento que se pretende recuperar en valor y funcionamiento es de muy buena calidad y de un valor económico significativo.
- la colaboración con los profesores de Ciencias Naturales para el diseño de las experiencias de laboratorio correspondientes a cada equipo.

- permitir al grupo IEC (Investigación en Enseñanza de las Ciencias), de la FRLP, UTN, ensayar y depurar un kit didáctico. Este fue diseñado y ensamblado por integrantes del Grupo de investigación, y consiste en un sistema de adquisición de datos mediante sensores que digitalizan los resultados de las experiencias de laboratorio.
- contribuir a la alfabetización científico-tecnológica de los estudiantes.
- favorecer el acercamiento de los estudiantes del colegio secundario a las carreras científico-tecnológicas, particularmente Ingeniería.

El desarrollo de este proyecto permitirá poner a punto valioso equipamiento clásico de laboratorio, actualmente en desuso en los colegios por falta de acceso a mantenimiento especializado. A solicitud de los profesores de Ciencias de esos establecimientos se va poniendo en funcionamiento y calibrando parte del equipamiento, y se está capacitando a los docentes en su uso.

En esta primera etapa han adherido a nuestra propuesta el Colegio María Auxiliadora de la Ciudad de La Plata, que cuenta con equipos de demostración muy antiguos (Fabricación Italiana, Milano, aprox. 1935) de muy buena calidad, y el Instituto Canossiano San José de la Ciudad de Berisso, cuyos equipos no son tan antiguos, pero sí valiosos y también se hayan en desuso por detalles de mantenimiento y ensamble.

En esta comunicación se informa sobre algunos avances del proyecto experimentados en el Instituto Canossiano que incluyen la puesta en funcionamiento de un equipo por parte del personal de IEC; el desarrollo, en conjunto con los profesores de Ciencias, de la estrategia didáctica de apoyo para su transferencia al aula y su validación en cursos piloto. También describimos un sistema de adquisición de datos, diseñado y construido por docentes-investigadores y becarios del Grupo IEC que es económico, sencillo de utilizar y compatible con numerosos sensores. Este equipo está disponible para ser utilizado por los docentes y alumnos de las escuelas antes mencionadas en forma conjunta y complementaria con los equipos que se reparan. Se prevé una instancia de capacitación docente que involucre el uso de los equipos propios combinados con el módulo del adquirente de datos.

## II. REPARACIÓN DE BOMBA DE VACÍO. TUBO DE NEWTON

La bomba de vacío permite realizar varias experiencias, tales como propagación de la luz y del sonido, en el aire y en el vacío, empuje del aire y peso aparente (bariscopio o balanza de Arquímedes), semiesferas de Magdeburgo, Tubo de Crookes, cambio de fase al hacer vacío (agua que hierve al hacer vacío) y tubo de Newton, entre otras. Como material accesorio se encontraron una base de vacío con su campana, semiesferas de Magdeburgo y un tubo de Newton.

Con el objeto de poner a disposición algunas de las experiencias antes citadas se procedió a la reparación del sistema para realizar vacío, engrase y limpieza de todo el mecanismo. La Figura 1 es una fotografía del equipo reparado, con el tubo de Newton conectado en la válvula 1 de la base de vacío sin campana.

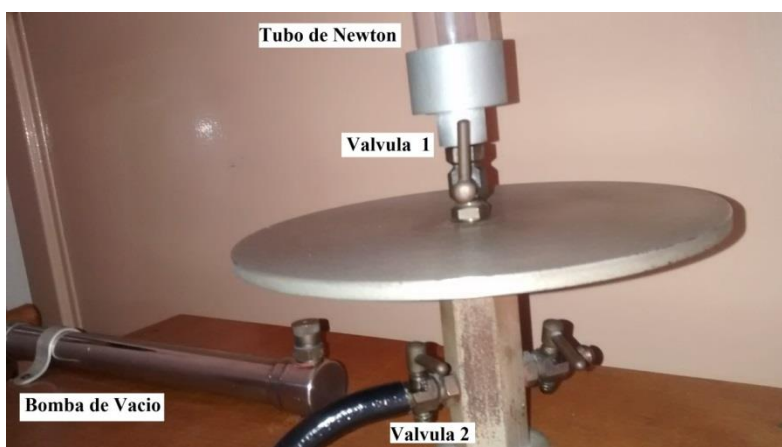


FIGURA 1. Bomba de vacío conectada al Tubo de Newton

El sistema se probó haciendo funcionar el tubo de Newton, que permite demostrar experimentalmente la 1ª ley de la caída de los cuerpos esto es que, en el vacío, todos los cuerpos caen por la atracción terrestre con la misma aceleración. Se trata de un tubo de vidrio de un metro de largo aproximadamente, dentro del cual se colocan sustancias de diferente densidad y forma, como papel, corcho, plomo, pluma,

1 etc. El tubo está cerrado en un extremo, y en el otro tiene una válvula mediante la cual puede conectarse a  
 2 la bomba de vacío y cerrarse para hacer la experiencia de caída de los cuerpos con o sin aire. El tubo de  
 3 Newton del que dispusimos contiene una pluma y una pequeña lamina de metal (Figura 2).  
 4



FIGURA 2. Tubo de Newton

### III. EXPERIENCIA DEL TUBO DE NEWTON. ESTRATEGIA DIDÁCTICA

5  
 6  
 7  
 8 Describimos con algún detalle la estrategia didáctica diseñada en conjunto entre los investigadores del  
 9 IEC y los docentes de Enseñanza Media involucrados.

10 Se propuso comenzar la tarea de laboratorio con situaciones de anticipación a fin de detectar los  
 11 conocimientos de los estudiantes respecto a la caída de los cuerpos. Estas situaciones fueron discutidas  
 12 previamente con los docentes a cargo de los cursos. El trabajo en el laboratorio se llevó a cabo en dos  
 13 cursos de 6to año, atendiendo un curso por vez. Los estudiantes trabajaron en grupos de 4 a 5 alumnos,  
 14 formando 5 grupos.  
 15

16 La actividad se inicia indagando sobre que sucede cuando se deja caer cuerpos de diferentes pesos y  
 17 formas. Dos grupos afirmaron que todos los cuerpos caen por acción de la gravedad y por tanto llegan al  
 18 piso al mismo tiempo, y cinco sostuvieron que “dependerá de la forma del objeto”, en forma escrita y  
 19 algunos a través de dibujos (Fig. 3). Nótese como representan la diferencia de tiempo en la caída entre un  
 20 lápiz y una hoja de papel.  
 21

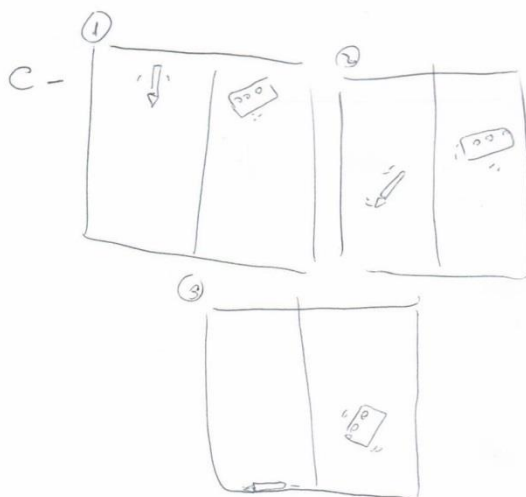


FIGURA 3. Representación de la caída de los cuerpos en presencia del aire.

22 Algunos estudiantes ensayaron hacer unos orificios a la hoja de papel a fin de verificar si el tiempo de  
 23 caída variaba. Otros, hicieron un bollo con la hoja y observaron que el tiempo de caída disminuía respecto  
 24 a la hoja plana haciendo notar que la hoja plana y la arrugada tenían el mismo peso (Fig. 4)  
 25  
 26  
 27  
 28

Caen en línea recta y con la misma velocidad.



**FIGURA 4.** Representación de la caída de una hoja arrugada y un lápiz, realizada en presencia del aire.

Luego se realiza la experiencia, sin extraer el aire, lo cual corrobora parte de lo planteado por los estudiantes.

A continuación se les solicita que predigan que sucederá si se retira el aire, es decir se hace vacío. La mayoría de los estudiantes sostienen que los objetos caen a la misma velocidad (6 grupos), esto evidencia el plano de igualdad que ubican a la aceleración con la velocidad en la concepción de los estudiantes.

También es de notar, que algunos estudiantes sostienen que al haber vacío no hay gravedad y por ende los objetos no caerían.

La experiencia finaliza con la realización del experimento y su posterior institucionalización.

En la institucionalización se comenta que la idea de que los objetos más pesados caen más rápido ya estaba presente en el pensamiento Aristotélico quien no consideraba la resistencia del aire, y posteriormente Galileo propone realizar la experiencia en el vacío para evidenciar el efecto del aire, pero técnicamente no fue posible hasta que Newton desarrolló el tubo.

Más precisamente, cuando se deja caer un cuerpo, el aire produce un empuje ( $\vec{E}$ ) proporcional al área expuesta y una fuerza viscosa ( $\vec{F}_{\text{viscosa}}$ ) que es proporcional a la velocidad de caída, ambas se oponen al peso del cuerpo. Mientras que el peso ( $\vec{P}$ ) está en la dirección del movimiento y es el mismo haya o no aire.

Por la Segunda Ley de Newton (Ec.1):

$$\vec{P} - \vec{E} - \vec{F}_{\text{viscosa}} = m \vec{a} \tag{1}$$

La fuerza viscosa alcanza un valor significativo, para el tamaño y densidad de los cuerpos que se encuentran en el tubo, cuando se los deja caer desde alrededor de 6 m de altura o más, lo que equivale a una velocidad terminal de 7 m/s (Resnick, 1981). Usando nuestro Tubo de Newton, que tiene 1m de longitud, el roce con el aire se torna despreciable, de igual manera se torna despreciable para la comparación entre la hoja arrugada y extendida en el laboratorio.

No ocurre lo mismo con la fuerza empuje, debido al área expuesta al fluido de la pluma o la hoja extendida toma un valor no despreciable que hace que los cuerpos caigan con diferente aceleración cuando hay aire.

Ahora bien, si se retira el aire del tubo los diferentes empujes se anulan y todos los cuerpos caen con la misma velocidad dado que la única fuerza actuante es el peso de los cuerpos y es así que caen todos con la aceleración de la gravedad independientemente de la forma y tamaño. Utilizando las ecuaciones de la cinemática clásica se obtiene el tiempo de caída (Ec. 2).

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \tag{2}$$

A modo de cierre se entrega un breve cuestionario sobre un texto que habla sobre el pensamiento de Aristóteles y las experiencias de Galileo en el estudio del movimiento de los cuerpos<sup>1</sup>.

En próximas intervenciones, se contaría con una balanza de Arquímedes que permitiría a los estudiantes corroborar el empuje del aire similar a la mostrada en la Figura 5.

<sup>1</sup> [http://www.jpimentel.com/ciencias\\_experimentales/pagwebciencias/pagweb/Los\\_talleres\\_de\\_ciencias/presion/exp\\_presion\\_caida\\_vacio.htm](http://www.jpimentel.com/ciencias_experimentales/pagwebciencias/pagweb/Los_talleres_de_ciencias/presion/exp_presion_caida_vacio.htm)



FIGURA 5. Balanza de Arquímedes.

#### IV. VINCULACIÓN CON LAS TICS.

Con el objeto de responder a la necesidad de actualizar y aumentar la cantidad de elementos disponibles para la ejecución de trabajos de laboratorio en el Departamento de Ciencias Básicas de la FRLP, se desarrolló en el Grupo IEC un sistema electrónico de adquisición de datos llamado Pp-V02 destinado a ser usado como herramienta de enseñanza de Física y Química tanto de nivel secundario como universitario. Entre sus ventajas podemos enumerar: es económico, sencillo de utilizar y compatible con numerosos sensores. Además permitiría relacionar a los alumnos con las nuevas tecnologías, cuestión demandada pero rara vez implementada debido al alto costo de los kits de adquisición de datos y sensores importados (Baade, 2004).

La Figura 6 muestra un diagrama en bloques del Sistema Pp-V02 conectado a una PC y a dos sensores.

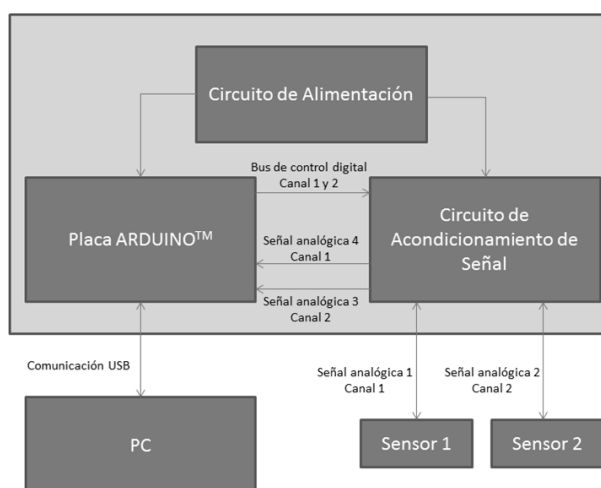


FIGURA 6. Diagrama en bloques del Sistema Pp-V02

Las características básicas del sistema de adquisición Pp-V02 son:

a) Sistema multisensor: gracias a la implementación del Bloque “Acondicionamiento de Señal” pueden conectarse sensores cuya excursión en tensión llega a  $\pm 10V$ , extendiendo fuertemente el uso de la placa ARDUINO™. (Prodanoff, 2015)

b) Software de fácil uso: la aplicación de software desarrollada fue pensada de forma tal que pueda ser usada sin necesidad de involucrarse con manuales ni instructivos. El manejo de la interfaz de usuario es sumamente intuitivo tanto para docentes como para estudiantes.

c) Visualización de datos: el software permite visualizar los datos en una gráfica a medida que son adquiridos. También se cuenta con la posibilidad de guardar en PC (mediante la generación de archivos de texto) para su posterior procesamiento (por ejemplo usando una planilla de cálculo).

d) Inversión económica acotada para su construcción: una de las premisas de diseño fue el empleo de partes de fácil adquisición así como también de bajo costo. De este modo fue planificada la producción de una serie de unidades para ser utilizadas en los laboratorios de Física y Química del Depto. de Ciencias Básicas de la Regional La Plata

Algunas experiencias piloto exitosas realizadas con los alumnos son:

✓ medida de carga y descarga de capacitores, empleando sensores de tensión. (Figura 7 y 8).

1  
2  
3  
4

- ✓ medida de temperatura de fusión de diversas sustancias empleando sensores de temperatura sumergibles (Figura 9).



FIGURA 7. Trabajo colaborativo entre estudiantes secundarios y estudiantes de Ciencias Básicas en la FRLP.

5  
6  
7  
8

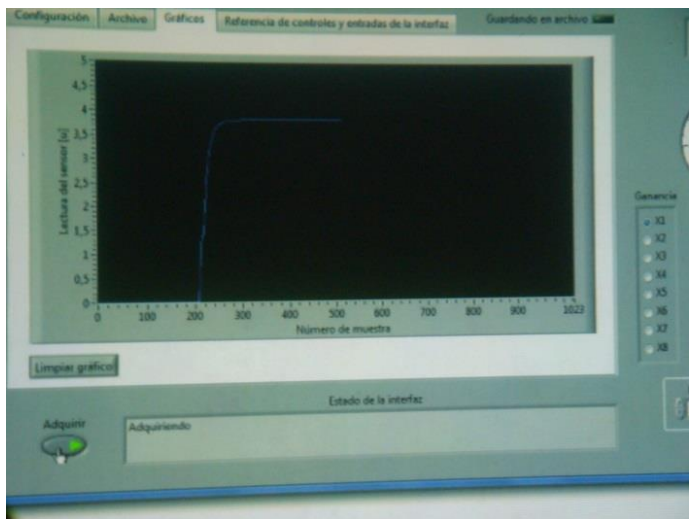


FIGURA 8. Pantalla gráfica de la aplicación ArSens-V01 mostrando la evolución temporal de una medición de carga de un capacitor.

9  
10  
11  
12  
13

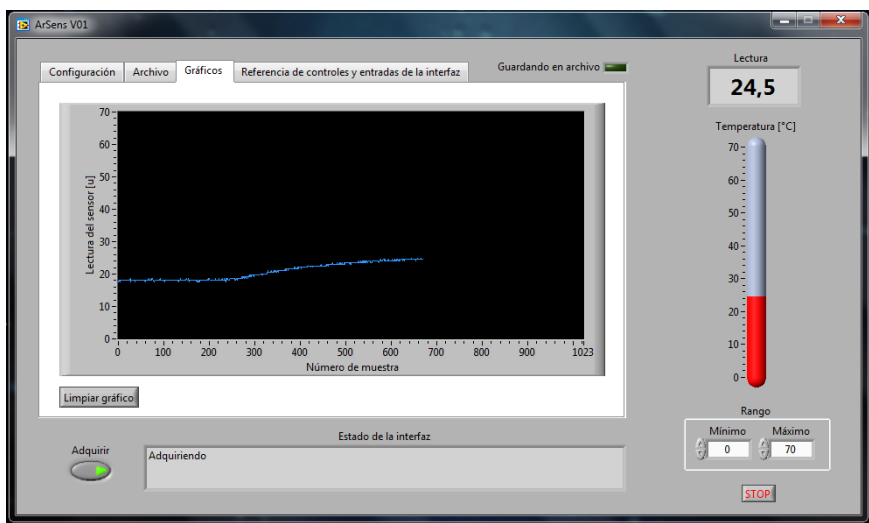


FIGURA 9. Pantalla gráfica de la aplicación ArSens-V01 mostrando la evolución temporal de una medición de temperatura.

14  
15  
16

1  
2 **V: REFLEXIONES FINALES.**  
3

4 La relevancia de la implementación de este PDTS se evidencia en:  
5

- 6
- 7 • la recuperación de equipamiento en desuso, y elaboración de propuestas didácticas de acuerdo con los docentes de la Escuela Media, y la posibilidad de ampliar este proyecto a más establecimientos de la zona.
  - 8
  - 9 • que permite entusiasmar a los docentes de nivel secundario en la realización de trabajos experimentales que despierten interés de los alumnos por carreras científico-técnicas. Varios comentaron que el replanteo de propuestas didácticas, la interacción con docentes universitarios y su inclusión y compromiso fueron muy motivadores y beneficiosos para sus estudiantes.
  - 10
  - 11 • que favorece la alfabetización científica de todos los alumnos, aun los que no se interesan en carreras científico-técnicas, lo cual se vio reflejado en el esmero puesto por los estudiantes al momento de realizar las experiencias.
  - 12
  - 13 • que permite el acercamiento de los estudiantes a las nuevas tecnologías, a través del uso de hardware y software de nuestro kit didáctico.
  - 14
  - 15
  - 16
  - 17
  - 18

19 Este es un proceso que involucra mucho más material de laboratorio como ser el Generador de Wimshurst, órganos acústicos, campana de vacío, etc. lo cual permitirá un gran abanico de actividades. Es así que se podrán completar, desde un ámbito experimental muchos más conceptos de la curricula.

20  
21 Es de destacar la importancia del encuentro entre la Universidad y la Escuela Media a fin de seguir ampliando las experiencias, para prestarle apoyo y asesoramiento. El grupo IEC se ofrece a interactuar de manera similar con los establecimientos de Enseñanza Media, Terciaria o Institutos del Profesorado que lo soliciten.  
22

23  
24  
25  
26 **AGRADECIMIENTOS**  
27

28  
29 Los autores agradecen especialmente a los directivos, docente y alumnos del Instituto Canossiano San José de la Ciudad de Berisso por el entusiasmo, confianza e interés con que participaron de las actividades descriptas en este trabajo, y a la Facultad Regional La Plata de la Universidad Tecnológica Nacional por el apoyo brindado a este proyecto PDTS.  
30  
31  
32  
33

34 **REFERENCIAS**  
35

36 Baade, N, Mineo M., Alustiza D, Dorbesi C, Calderon J. y Toledo J. (2004) “Diseño de un sistema de adquisición simple para ser usado como herramienta en trabajos de laboratorio”, en Actas del 10° Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC).  
37  
38  
39

40 Prodanoff F., Juanto S., Alustiza D., Cristofoli N., Zapata M., y Abraham A. (2015) “Caso de Desarrollo Tecnológico Local: Generación de Material Didáctico de Bajo Costo para la Implementación de Trabajos de Laboratorio”, en Actas del 3° Congreso Nacional de Ingeniería Informática/Sistemas de Información (CoNaIISI 2015), <http://conaiisi2015.utn.edu.ar/memorias.html>.  
41  
42  
43  
44

45 Moreno Sánchez, J.I.; Albert, G.L.; Hernández, B. M., López, J. A. (2012) “Científicos en el aula” Enseñanza y divulgación de la química y la física. Editores: Gabriel Pinto Cañón y Manuela Martín Sánchez.  
46  
47  
48

49 Resnick, R.; Halliday, D. (1981) *Física*. Compañía Editorial Continental. Mexico.  
50

51 Zerbino, Lía M.; Núñez, Rosana; Rossi, Alejandra M.; González, Norma. (2008). “Mejora institucional y laboratorio activo de óptica para un Profesorado en Biología”. 93ava Reunión Nacional de la Asociación Física Argentina y XI Reunión de la Sociedad Uruguaya de Física. Asociación Física Argentina. Buenos Aires.  
52  
53  
54  
55