

# Interfaces educativas

Ariel Scagliotti<sup>1,2</sup>, María Llera<sup>1</sup>, Guillermo Jorge<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de General Sarmiento, Instituto de Ciencias.  
J.M.Gutierrez 1150, Los Polvorines, CP 1613, Buenos Aires Argentina.

<sup>2</sup>ANPCyT

<sup>3</sup>CONICET

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

E-mail: [ascaglio@ungs.edu.ar](mailto:ascaglio@ungs.edu.ar)

## Resumen

La utilización de instrumental de medición y tics en las prácticas de laboratorio, tanto en la escuela secundaria como en nivel superior, presentan generalmente dos problemas fundamentales: son escasamente utilizados o son utilizados sin que los estudiantes sepan lo que están haciendo. En el presente trabajo se propone el desarrollo de circuitos para construir sensores con materiales sencillos utilizando una placa de sonido de PC como conversor analógico-digital, por parte de estudiantes en una materia de electricidad de nivel superior. La propuesta permite a los estudiantes intervenir sobre un fenómeno físico, utilizando contenidos y destrezas prácticas propias de una materia de electricidad. Consideramos que esta propuesta, además de profundizar la experiencia por parte de los estudiantes con un fenómeno físico particular, les permite vincular temáticas que generalmente se trabajan en materias diferentes dentro del nivel superior.

**Palabras clave:** Interfaces, Sensores, Temperatura, Circuitos, Conversor AD.

## Abstract

The use of measuring instruments and tics in the labs, both in high school and higher level, usually have two fundamental problems: they are underused or are used without the students know what they are doing. This paper proposed a development of circuits to build sensors with simple materials using a PC sound card as analog-digital converter, by students in a subject of electricity of higher teaching level. The proposal allows students to intervene in a physical phenomenon, using contents and skills own of a subject of electricity. We consider that this proposal, besides of deepen the experience of the students with a particular physical phenomenon, allows them to link issues that generally are worked in various subjects of the higher teaching level.

**Keywords:** Interfaces, Sensors, Temperature, Circuits, AD converter.

## I. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la educación, y más específicamente de la enseñanza de la ciencia, es lograr que los estudiantes aprendan, cambiando algunas de sus actitudes, mejorando sus destrezas y estrategias y adquiriendo nuevos saberes que les ayuden a dar sentido al mundo que les rodea. Por lo tanto, el éxito de cualquier propuesta educativa tiene como uno de sus criterios fundamentales el grado en el que promueve aprendizajes estables y duraderos (Del Carmen, L, 1997). Para ello resulta fundamental el trabajo con el estudiante en el laboratorio, ya que es el espacio natural donde se desarrollará el contacto con el fenómeno en estudio. Las actividades de laboratorio proporcionan la oportunidad para introducir y dar significado a conceptos científicos, permiten verificar, o cuestionar, las ideas del alumnado, ofrecen la posibilidad de manipular, construir una imagen mental de procesos naturales, fomentar el conocimiento de la naturaleza del trabajo científico y desarrollar actividades cognitivas como el análisis y la aplicación. El modo más apropiado de incentivar a los estudiantes o de promover su motivación por la tarea, está estrechamente asociado a la potencialidad informativa y problematizadora de las actividades de aprendizaje que se les propongan (Fumagalli, L., 1993). La presente propuesta tiene un componente de elección de los estudiantes, a la hora de definir la pregunta de investigación, lo cual facilita la motivación de ellos mismos por llevar adelante la investigación.

Se implementa la propuesta de Hodson (1999) con las fases de modelado, práctica guiada y aplicación. El modelado incluye el trabajo con los contenidos previos sobre electricidad y termodinámica a trabajar de manera teórica. La práctica guiada incluye experiencias de laboratorio donde se plantean

problemas concretos con circuitos eléctricos y se resuelven con el acompañamiento del docente. La aplicación corresponde a lo explicitado en el presente trabajo.

Se propone la tipología de trabajo de “investigaciones”, cuyo principal objetivo es la construcción del conocimiento conceptual en el contexto de la resolución de un problema y cuya máxima virtud es que permite desarrollar capacidades de resolución de problemas, comprender los procesos y la naturaleza de la ciencia, a través del aprendizaje de la metodología científica (Leite, 2001 y Leite e Figueroa, 2004). Este formato es elegido con el objeto de que los estudiantes puedan utilizar sus capacidades de observación, formular preguntas e hipótesis para luego ponerlas a prueba. A partir de la instancia de elegir un tema a investigar, los estudiantes tienen la libertad para encarar su pregunta utilizando los conocimientos y procedimientos metodológicos aprendidos con anterioridad.

La presente propuesta puede ajustarse para grupos de escuelas técnicas y estudiantes de Física de nivel superior, en materias de electricidad. En particular, se propone una secuencia para un curso de la materia “Electromagnetismo, Termodinámica y Laboratorio” del 3er año de un Profesorado de tercer ciclo de la EGB y de la educación Polimodal en Física. Esta propuesta se implementa en las últimas clases de la materia, como un proyecto de investigación de cierre combinando los contenidos ya trabajados de electricidad y termodinámica.

Se propone a los estudiantes que trabajen en grupos de 4 personas.

El trabajo tiene dos partes principales. Por un lado el armado de un sensor de temperatura con elementos sencillos, a través de un circuito que se explicita en los siguientes apartados. Se les entrega el diseño del circuito y el software para capturar los datos. En esta etapa se evaluará sobre las aptitudes experimentales de los estudiantes. Por otro lado, se propone a los estudiantes que planteen un problema de investigación sobre termodinámica que pueda ser resuelto utilizando el sensor construido. El docente evaluará las propuestas de los grupos, en cuanto a la viabilidad para resolver con una toma de mediciones de un día.

Una vez seleccionados los problemas de investigación, cada grupo hace un relevamiento bibliográfico de contenidos acerca de la problemática que intentan resolver y diseñan un experimento con el sensor de temperatura.

Finalmente, se les pide a los estudiantes la redacción de un informe acerca de la experiencia. Es condición necesaria que el informe tenga los contenidos pedidos por el docente, cumpla con el formato establecido para los informes de laboratorio y que los datos sean propios de cada equipo de trabajo.

## II. ILUSTRACIONES

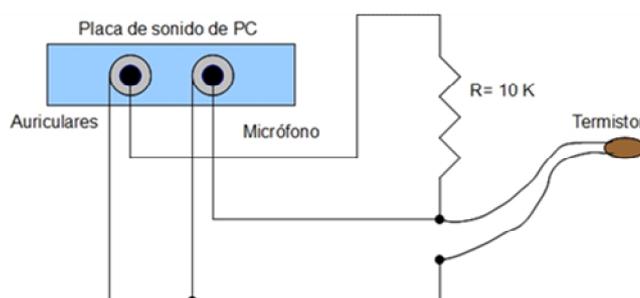


FIGURA 1. Esquema eléctrico para la lectura de un sensor de temperatura (termistor)

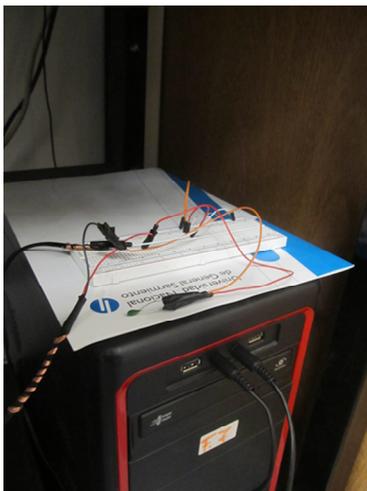


FIGURA 2. Sensor de temperatura armado con circuito

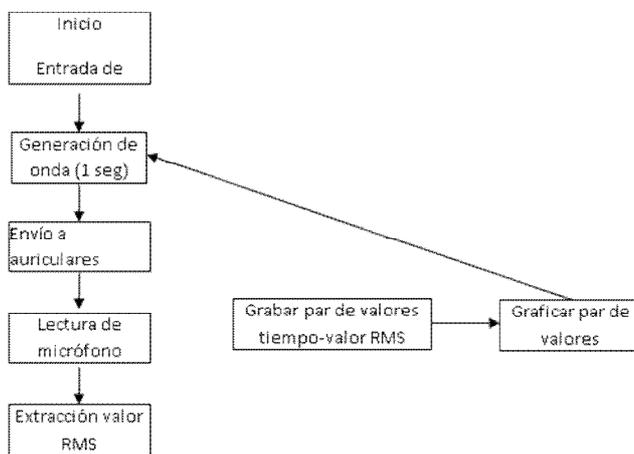


FIGURA 3. Diagrama lógico del software



FIGURA 4. Imagen del programa de medición en un experimento real: ley de enfriamiento

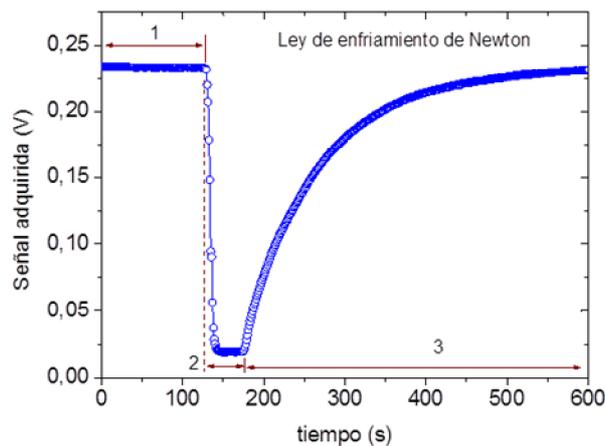


FIGURA 5. Datos medidos en el experimento en función del tiempo

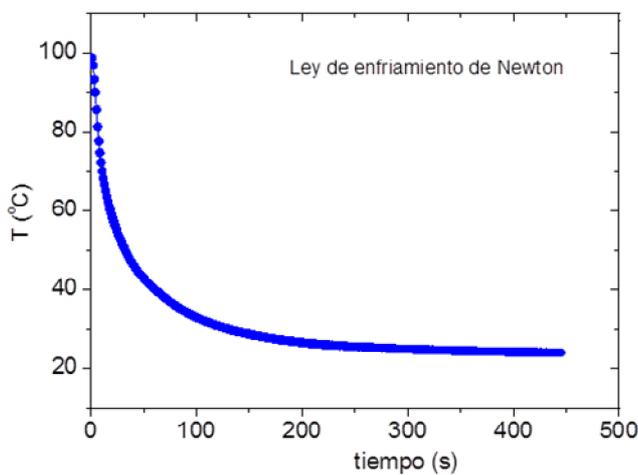


FIGURA 6. Curva de enfriamiento en función del tiempo

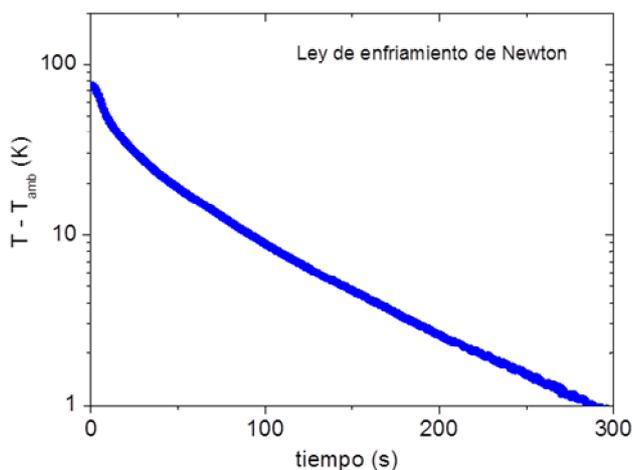


FIGURA 7. Gráfico semilogarítmico del experimento. Se aprecia la ley lineal a tiempos grandes

### A. Utilización de la tarjeta de sonido

En primera instancia, se utiliza la entrada de micrófono de la tarjeta de sonido de la PC para adquirir la señal que se intenta medir. Esta entrada posee una impedancia media (alrededor de 10 kΩ) y un nivel de

saturación que puede llegar hasta los 200 o 300 mV, con lo cual debemos limitarnos en el diseño del experimento a estas restricciones. Es importante esto ya que si nos excedemos con la señal muy por encima de estos valores podemos romper la tarjeta. La mayor limitación de esta entrada es que no es posible medir una tensión continua ya que la entrada está acoplada capacitivamente, es decir, posee un capacitor en serie que impide que penetre cualquier señal continua. En realidad, al ser una tarjeta de audio, su rango de operación en frecuencia es desde los 20 Hz hasta los 20.000 Hz, que es el rango de frecuencias audibles para el ser humano. Al no poder medir señales continuas, no tenemos más remedio que trabajar en nuestro experimento con señales alternas, alimentando nuestro sensor con una señal de frecuencia dentro del rango de operación y leyendo su respuesta.

Como complemento, la tarjeta de sonido es capaz de brindarnos en su salida de auriculares una señal eléctrica de hasta 1 o 1,5 V de amplitud, con una impedancia de salida baja ( $8 \Omega$ ) Mediante un programa adecuado podemos utilizarla para brindar la señal alterna que puede alimentar a nuestro sensor.

Volviendo al tema específico de los sensores, debemos elegir alguno que pueda ser leído en estas condiciones. El sensor o transductor es un elemento que es sensible a una magnitud física y que puede convertir esa magnitud en una tensión o corriente eléctrica o modificar características eléctrica propias (resistencia, capacidad, inductancia, etc.) ante un cambio de la magnitud. Ejemplos de sensores de temperatura son las termocuplas (que brindan una señal continua proporcional a la diferencia de temperatura entre su punta y una referencia), las resistencias térmica y los termistores (modifican su resistencia eléctrica con la temperatura). Existen sensores que pueden detectar intensidad de luz, sonido (micrófonos), velocidad, aceleración, temperatura, humedad, presión, fuerza, posición, campos eléctricos o magnéticos, distancia, etc.

Una vez que hemos elegido el sensor adecuado debemos diseñar el circuito o mecanismo por el cual podemos realizar la lectura de ese sensor vía computadora. Allí dependemos mucho de las características propias de cada sensor para dicho diseño.

## B. Armado del sensor

Elegimos en este caso un sensor de temperatura conocido como termistor. Éste es un semiconductor que modifica su resistencia eléctrica en función de la temperatura a la que está expuesto, de manera que la misma baja cuando la temperatura sube (en este sentido se opone a las resistencias metálicas, las cuales suben su resistencia al subir la temperatura). Estos sensores son muy económicos y se pueden conseguir en las casas de electrónica. El que hemos utilizado nosotros posee una resistencia de aprox.  $470 \Omega$  a  $20^\circ\text{C}$ , llegando aprox. a  $1,4 \text{ k}\Omega$  a  $0^\circ\text{C}$  y a  $44 \Omega$  a  $100^\circ\text{C}$ . Dada la resistencia de nuestro sensor, debemos diseñar un circuito que permita alimentar a este elemento con la señal de la salida de auriculares, y leer la señal que proveerá dicho sensor a través de los cambios de su resistencia durante el experimento. El circuito consiste en un divisor resistivo de la señal que se extrae de la salida de auriculares. Se eligió la resistencia R de manera que sea unas 10 veces mayor que la resistencia del sensor a temperatura ambiente. De esta manera la corriente que circula será aproximadamente constante y la señal que se toma del termistor (que va a la entrada de micrófono) resulta proporcional a su resistencia. Debemos notar que hay que tener cuidado de conectar las dos tomas de tierra de los conectores (la pata exterior del macho) entre sí para evitar cortocircuitar las resistencias. El circuito puede armarse consiguiendo un par de conectores jack (uno mono para la entrada de micrófono, uno estéreo para la de auriculares) y la resistencia de  $10 \text{ K}$ . La señal estéreo se tomará de uno sólo de los canales.

El circuito se alimenta con la señal de auriculares, establecida a una determinada frecuencia. El nivel de salida se puede controlar con el volumen de la computadora, de manera de no saturar la entrada de micrófono.

## C. Ejemplo de aplicación: ley de enfriamiento de Newton

Una pregunta disparadora para el trabajo de los alumnos puede ser, a modo de ejemplo: ¿cómo es la evolución de la temperatura de un cuerpo que se está enfriando?

Un procedimiento a seguir por los estudiantes para responder la pregunta puede ser hervir agua y sumergir el sensor armado recubierto con papel de aluminio, para luego retirarlo y registrar sus mediciones. Esto requiere del manejo de un software desarrollado que será proporcionado a los estudiantes. El resto de los detalles de esta posible experiencia, se muestra en el apartado de fórmulas.

## D. Manejo y funcionamiento del software

El software puede ser utilizado para el ejemplo que se detalla en el presente trabajo, pero también será muy útil para cualquier proyecto en el que sea necesario medir una señal en función del tiempo.

El programa (entorno Windows 2000 en adelante) será proporcionado a los estudiantes.

El programa genera internamente una onda de frecuencia determinada, la cual puede ser modificada, con una duración de 1 segundo (este parámetro también puede ser cambiado). Esta onda es reproducida por la placa de sonido y enviada a la salida de auriculares (se puede escuchar fácilmente conectando uno). Como se ha explicado, esta onda alimenta al sensor y su respuesta es adquirida mediante la entrada de micrófono. El programa determina entonces el valor cuadrático medio de la onda medida (valor RMS) y guarda el par coordenado tiempo-valor RMS. Esto mismo se repite para el siguiente segundo, y así sucesivamente se registra el comportamiento de la señal en función del tiempo. El diagrama lógico del programa se muestra en la figura 3.

En la figura 4 se pueden observar todos los controles y elementos gráficos del programa. El primer control que aparece arriba determina en qué archivo se guardarán los datos medidos. El archivo se guarda en formato texto en donde la primera columna es el tiempo (en segundos) y la segunda el valor RMS de la señal (en Volts).

El recuadro negro de abajo de la pantalla controla la señal generada por el programa. Se puede modificar la frecuencia (determinada en principio en 133 Hz), el tiempo de alimentación por punto (1 seg.) y la frecuencia de muestreo (22000 datos por segundo).

En la parte superior de este recuadro se encuentra el gráfico de la última señal adquirida por la entrada del micrófono. Se puede aumentar el volumen de su computadora para aumentar el nivel de señal, cuidando que la señal en este gráfico no se vea saturada o deformada (lo que indica una sobrecarga de la entrada).

En el gráfico principal se irá graficando el nivel de señal RMS en función del tiempo.

Por último, con los controles debajo del gráfico principal se puede comenzar a tomar datos o parar de hacerlo (botón de la izquierda). También sirve para finalizar el programa (botón de la derecha).

Cada gráfico tiene sus controles para hacer zoom de los datos o modificar las escalas.

Confiamos que el programa es de fácil manejo para los estudiantes.

### III. FÓRMULAS

A continuación, se detallan los cálculos realizados para la determinación experimental de la Ley de enfriamiento de Newton, con el fin de responder la pregunta de ejemplo de los estudiantes.

#### *Proporcionalidad entre la señal medida y la resistencia del sensor*

Con el circuito armado, la señal medida en la entrada de micrófono (ya sea su valor RMS o pico a pico) será proporcional a la resistencia del sensor, que a su vez se relaciona con la temperatura a la que está expuesto mediante la relación:

$$R = A e^{B/T} \tag{1}$$

Siendo  $A = R_0 e^{-B/T_0}$  (2)

en donde  $R_0$  es la resistencia del sensor a la temperatura  $T_0$  (las temperaturas medidas en Kelvin, que para pasar desde °C a K hay que sumar 273). La constante  $B$  es una característica del termistor y está expresada en Kelvin.

#### *Ejemplo de aplicación: Ley de enfriamiento de Newton*

La ley de enfriamiento de Newton establece que la temperatura en función del tiempo sigue una ley exponencial decreciente (Gil, S., 2000) o sea:

$$T - T_{amb} = T_{max} - T_{amb} e^{-kt} \tag{3}$$

en donde  $T_{amb}$  es la temperatura del ambiente, y  $T_{max}$  la temperatura a la que se calentó originalmente el cuerpo. En esta ecuación,  $k$  es una constante que depende del cuerpo elegido.

El cuerpo a calentar y enfriar será el mismo termómetro que puede estar envuelto en un pequeño trozo de papel aluminio para retardar el enfriamiento (con cuidado de no cortocircuitar las patas del termistor). Se calentará el cuerpo sumergiéndolo en agua hirviendo, que proveerá la temperatura  $T_{max}$  conocida, que nos ayudará luego también a calibrar nuestra escala de temperaturas.

La manera en que se pueden adquirir los datos del sensor puede ser mediante un programa muy simple, que hemos desarrollado. Este programa adquiere la tensión leída en la entrada de micrófono a través del tiempo, con lo cual se lo puede usar para cualquier experimento en que se necesite medir una magnitud en función del tiempo, con el cuidado de convertir luego la lectura en la magnitud en cuestión mediante una calibración adecuada. Para eso vamos a considerar que la señal, por la manera en que está construido el circuito, es proporcional al valor de resistencia del sensor. Por ende, la señal obedecerá a ecuaciones del mismo tipo que las ecuaciones (1) y (2), es decir:

$$V = A e^{B/T} \quad (4)$$

Donde  $A = V_0 e^{-B/T_0}$  (5)

Los valores de  $V_0$  y  $T_0$  pueden tomarse del gráfico de la señal de salida. Tomando otro valor característico de la señal (por ejemplo, a temperatura ambiente) se puede reconstruir la ecuación (4) (hallar el valor de  $B$ ) e invertirla para obtener la curva de calibración que nos marcará qué valor de temperatura  $T$  corresponde a cada valor de señal  $V$ :

$$T = B \ln(A/V) \quad (6)$$

Estos valores de temperatura están en Kelvin, para pasarlos a °C deberá restarse 273.

Utilizando la ecuación (6), con la ayuda de una planilla de cálculo, puede obtenerse la curva de enfriamiento del cuerpo, que en el caso de este ejemplo se muestra en la figura 5. Observamos perfectamente el enfriamiento que a primera vista obedece la ley de Newton de la ecuación (3).

Para poder corroborar fehacientemente la ley podemos realizar un gráfico en escala semilogarítmica (esto es, eje Y logarítmico y eje X lineal) de la variable  $T - T_{amb}$ . De acuerdo a la forma de la ecuación (3) un gráfico así debería ser lineal (con pendiente negativa), como se observa en la figura 7, ya que:

$$\log(T - T_{amb}) = \log(T_{max} - T_{amb}) - kt \quad (7)$$

#### IV. CONCLUSIONES

En este trabajo hemos presentado un método efectivo y económico para utilizar la computadora como herramienta de medición en el laboratorio educativo. Utilizando su placa de sonido y unos pocos componentes electrónicos, sumado al uso de un sensor adecuado, mostramos cómo se puede implementar la toma de datos de una determinada magnitud física en función del tiempo.

Hemos presentado diferentes recursos informáticos que pueden implementarse en las aulas.

Presentamos un ejemplo sencillo de aplicación que utiliza un sensor de temperatura para registrar el enfriamiento de un cuerpo calentado con agua hirviendo y luego expuesto a la atmósfera. El control y toma de datos del experimento se realiza con un programa que hemos desarrollado especialmente. El ejemplo dado involucra conceptos físicos importantes en termodinámica que pueden ser discutidos en clase, como la diferencia entre calor y temperatura, los mecanismos de transmisión del calor, la validez de leyes empíricas, etc. Los alumnos tienen libertad de elegir un tema de investigación de su interés por lo que creemos que puede ser una experiencia motivadora para ellos.

Por otro lado se han brindado herramientas a los estudiantes que permiten distintos enfoques pedagógicos de acuerdo al nivel de sus conocimientos y habilidades matemáticas e informáticas.

El proyecto en sí posee ciertas limitaciones y obstáculos a sortear para ser implementado con éxito. El docente tiene que ponerse en el rol de investigador experto, para apadrinar a sus estudiantes, por lo que se requiere que posea esta experiencia y soltura en el manejo de elementos electrónicos y programación. Además, requiere que los estudiantes se manejen bien con contenidos de electricidad termodinámica, por lo que las instancias donde se trabajan estos temas son de suma importancia.

En general creemos que la experiencia puede ser llevada a cabo por estudiantes del nivel propuesto y es muy enriquecedora para ellos dado que el curso está destinado a futuros profesores, por lo que pueden buscar alternativas para implementar los conocimientos adquiridos en otras prácticas adaptadas a distintos públicos y en distintos contextos. La presencia de desafíos a la hora de llevar adelante el proyecto por parte de los estudiantes resulta positiva si el docente los canaliza y coordina adecuadamente.

En función de lo ya planteado, se planea implementar esta propuesta en el curso especificado durante el año 2016.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) que prestó las instalaciones de laboratorios e instrumental para desarrollar el proyecto. También se agradece a los profesores Sergio Vera y Ernesto Cyrulies por sus consejos y acompañamiento en el armado de la secuencia didáctica en el marco de la materia “Laboratorio para la Escuela Secundaria” dictada en la UNGS.

## REFERENCIAS

Del Carmen, L. (1997). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.

Fumagalli, L. (1993). *El desafío de enseñar ciencias naturales*. Buenos Aires: Troquel.

Gil, S. y Rodríguez, R. (2000). *Física Recreativa*. Buenos Aires: Prentice Hall.

Hodson, D. (1999). Trabajo de laboratorio como método científico: tres décadas de confusión y distorsión. *Rev. Perspectivas docentes*, (27), 28-39.

Leite, L. (2001). Contribuciones para una utilización más fundamentada del trabajo de laboratorio para la enseñanza de las ciencias. En *Cuadernos didácticos de ciencias*, Volumen 1. Lisboa: Ministerio de Educación, Departamento de Enseñanza Secundaria.

Leite, L.; Figueroa, A. (2004). Las actividades de laboratorio y la explicación científica en los manuales escolares de ciencias. *Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (39), 20-30.