

USO DE LA CALCULADORA GRAFICA EN EL SALON DE CLASES, EL LABORATORIO Y APLICACIONES PRACTICAS

Néstor S. Velásquez Reynaga

Departamento de Física-Química e Ingeniería Universidad de Puerto Rico Arecibo Campus

PO Box 8086 Arecibo PR 00613-8086 Puerto Rico. Fax 787- 881- nsvr1@netscape.net

nsvr2001@yahoo.com

Palabras clave: Innovador, divertido, práctico

Introducción

La enseñanza de las ciencias y la tecnología cada vez más, necesita de nuevas e innovadoras técnicas para el aprendizaje de los conceptos y la aplicación de éstos a casos prácticos, como por ejemplo: determinar la calidad del agua, análisis de radiación, aislamiento de techos, entre algunos casos, que los futuros profesionales enfrentarán en su ejecutoria profesional. El avance de la ciencia y la tecnología ha introducido nuevas y modernas aplicaciones a las calculadoras gráficas, las cuales a más de servir como una herramienta de estudio muy útil, nos brinda la oportunidad de usar esa misma calculadora gráfica conjuntamente que el CBL (calculator based Lab.) o el Lab Pro, sensores y softwares en la recopilación, procesamiento y análisis de datos experimentales. Los actuales estudiantes vienen de los juegos electrónicos y viven con los juegos electrónicos y se sienten motivados en ese ambiente, por esa razón le damos una herramienta similar a los que usa en sus juegos para el entendimiento fácil de los conceptos y la recopilación de datos experimentales en sus trabajos de laboratorio y en sus proyectos de campo.

Estas modernas técnicas están cónsonas con la filosofía de la universidad, la cual es la excelencia académica y la investigación, se está desarrollando el proyecto : "Uso de la calculadora gráfica en el aprendizaje de los cursos y laboratorios de Química General, Química Integrada, Estequiometría y Balance de Materiales y Operaciones Unitarias, tanto en el salón de clases como en los experimentos de laboratorio con resultados sorprendentes debido a la facilidad, versatilidad y divertido que resulta el uso de esta herramienta en el proceso de aprendizaje. También se ha extendido del salón y los laboratorios a proyectos insitu es decir recopilación de datos directamente en las fuentes como son: muestreo y análisis de calidad de agua "WQI" en los rios La Paloma en Hatillo, Guajataca y Los Medina en Quebradillas, Aislamiento de techos con materiales de reciclaje,

secado solar de frutas y granos, transferencia de calor en vehículos estacionados bajo el abrazante calor del sol caribeño, medición de los niveles de radiación; entre algunas de las actividades multidisciplinares coordinadas con Biólogos, Químicos y Físicos. Con esta implementación se innovaron los tradicionales moldes de enseñanza integrando más activamente a los estudiantes en el aprendizaje cooperativo de laboratorios principalmente, mejor comprensión de los conceptos teóricos especialmente la interpretación física del modelo matemático que encierra una ecuación ; y se provee al estudiante las herramientas necesarias para iniciarse en y trabajar en proyectos de investigación con marcado éxito.

Los propósitos que se espera obtener son los siguientes:

1. Facilitar el entendimiento de las clases de Química General, Química Integrada, Operaciones Unitarias y Estequiometria y Balanca de Materiales, con demostraciones cortas y objetivas que involucran uso de la calculadora grafica.
2. Estimular en el estudiante el razonamiento objetivo sobre los conceptos que se discuten en la clase, haciendo uso de la calculadora grafica.
3. Desarrollar Experimentos de Laboratorio de Química General, Química Integrada y Operaciones Unitarias usando la calculadora grafica y el Lab-Pro. Esta actividad enteramente diseñada para laboratorios se puede usar como demostraciones en las clases de teoría, para reforzar objetivamente el concepto discutido.
4. Estudiar y analizar los conceptos matemáticos, envueltos en la coleccion científica de datos, usando la calculadora grafica y el Lab-Pro y el CBR (calculator Based Ranger). Esta actividad involucra las Ciencias Químicas, Físicas, Ingeniería y las Matemáticas.
5. Analizar datos experimentales, en el mismo periodo de duración del laboratorio, ya que el tiempo de desarrollo de los experimentos se reduce

debido a la recolección de datos en forma automatizada, usando la calculadora el Lab-Pro y el CBR.

Introducir el uso de diferentes sensores y el Lab-Pro, así como el CBR, en los experimentos de laboratorio.

6. Uso de Programas ChemBio, Physics Data Mate y otros afines a los estudios prácticos que se realice. Cargar estos programas a la calculadora, desde una computadora, ya sea usando los software correspondientes, o bajando por el Internet.

7. Realizar análisis de calidad de agua, condiciones atmosféricas del medio ambiente (lugares varios incluye medición de la radiación) y Estudio de la transferencia de calor en los sistemas de aislamiento de techos, para elegir el mejor aislante (en base a costo y eficiencia).

8. Uso de la calculadora gráfica en conexión con una computadora. Permite analizar los datos, especialmente de las aplicaciones prácticas usando softwares especializados.

9. Entrenar personal de otras Instituciones Universitarias y de Escuela Superior de la Región, en el uso de la calculadora y sus componentes.

10. Facilidad de hacer mediciones prolongadas con la opción remota que tiene el LabPro. Ej monitoreo de presión barométrica, temperatura y humedad relativa del aire atmosférico.

El uso de la calculadora gráfica y el Lab-Pro en los laboratorio tiene las siguientes ventajas, frente a los laboratorios tradicionales:

1. Bajo costo de los equipos y sensores
2. Facilidad de obtener datos más precisos, ya que se elimina el factor humano en la lectura de medidas.
3. Facilidad de transportar para experimentos que se puedan realizar fuera del laboratorio
4. Poco espacio que ocupa en las mesas de laboratorio
5. Los datos pueden ser fácilmente transferidos a una computadora
6. Reducción de reactivos en las pruebas experimentales
7. Facilidad de hacer demostraciones en las clases de conferencia

Metodología

Siendo un trabajo de investigación netamente Académica se usan métodos de avanzada utilizando tecnología de calculadoras gráficas, interfase LabPro y los sensores de Vernier en las siguientes facetas:

1. En el salón de clases. Se utiliza el método

demostrativo - cooperativo en la cual el instructor hace las demostraciones cortas de algún concepto que desea reforzar mediante el análisis teórico-práctico del fenómeno con la ayuda de la Calculadora, interfase y sensores; luego los mismos estudiantes en forma conjunta o cooperativa reproducen lo aprendido. Este trabajo ha dado resultados sorprendentes más allá de lo esperado especialmente en el entendimiento y análisis del modelo matemático que envuelve el fenómeno estudiado. Una demostración frecuente con estudiantes de primer año de Química Integrada y Química General es por ejemplo la relación presión volumen de los gases a temperatura constante.

2. En los laboratorios de Operaciones Unitarias, el trabajo es más dinámico ya que los estudiantes más avanzados y de mayor experiencia sirven de guía para sus compañeros e interactúan en su propio "lenguaje" haciendo el aprendizaje altamente cooperativo entre pares. En los Laboratorios de Química General y Química Integrada el 50% de experimentos es con uso de sensores y calculadoras haciendo más eficiente y corto el tiempo de duración de las pruebas experimentales, permitiendo al estudiante a analizar los resultados en el mismo periodo de laboratorio y si algún dato no es el esperado puede reproducir nuevamente el experimento con suma facilidad.

3. En los proyectos insitu la facilidad de portar los sensores, la interfase y la calculadora gráfica, permite que el estudiante pueda recopilar y almacenar datos directamente en su calculadora para luego transferir a una computadora o puede hacer el análisis estadístico directamente en su calculadora gráfica. Entre los trabajos de campo destaca la determinación del índice de calidad del agua de ríos, lagos y estuarios. También es de mencionar el análisis del aislamiento de techos utilizando material de reciclaje. Secado solar de frutas y granos.

En todas las mediciones usando calculadoras gráficas, interfase Lab Pro y los sensores el montaje del equipo es el siguiente:

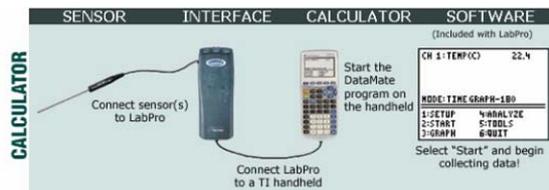


Figura 1. Montaje del equipo de trabajo

El LabPro debe ir conectado a la calculadora usando un cable de link y los sensores se conectan a uno de los cuatro canales del LabPro, siempre

empezando por “channel 1” como se muestra en la figura 1 es posible trabajar con 4 sensores a la vez. Luego inicie el programa DATA MATE que es el software usado para comunicar los sensores con el LabPro y la calculadora gráfica. Luego siga las instrucciones en pantalla. Como ilustración usaremos: Relación presión-volumen a temperatura constante.

El objetivo principal de esta demostración es determinar la relación entre la presión y el volumen de un gas confinado. El gas a usar es el aire a temperatura constante confinado en una geringa conectada a un sensor de presión como se muestra en la figura 1.

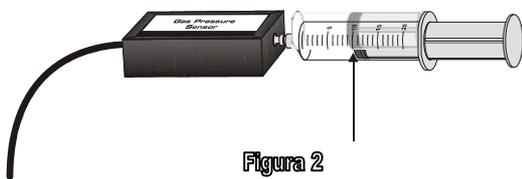


Figura 2

Cuando se cambia el volumen del aire dentro de la geringa, ocurre un cambio en la presión. Este cambio de presión será monitoreado usando el sensor de presión.

La temperatura permanece constante.

De los datos obtenidos para volumen y presión usted podrá determinar la relación matemática que existe entre la presión y el volumen de un gas a temperatura constante. Históricamente, el primero en encontrar esta relación fue Sir Robert Boyle en 1662 y se conoce como *La ley de Boyle*.

MATERIALES

- LabPro
- Calculadora Gráfica TI
- Sensor de Presión
- Programa DataMate
- Geringa de gas de 20-mL

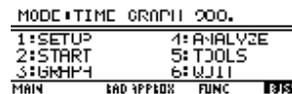
PROCEDIMIENTO

1. Prepare el sensor de presión y la muestra de aire para la colección de datos:
 - a. Inserte el sensor de presión en el canal 1 de la interfase LabPro. Use el cable de conexión para conectar la calculadora gráfica a la interfase. Asegúrese de presionar firmemente ambos extremos del cable.
 - b. Con la geringa de 20 mL desconectada del sensor de presión, mueva el pistón de la geringa hasta la marca de 10.00 mL.
 - c. Conecte la geringa de 20 mL a la válvula del sensor de presión
2. Prenda la calculadora y empiece a correr el

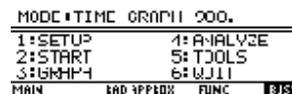
programa DATAMATE. Presione para reiniciar el programa.



3. Sincronice la calculadora y la interfase a *sensor de presión de gas* o a *sensor de presión* .
 - a. Seleccione SETUP de la pantalla principal
 - b. Si la calculadora muestra al sensor de presión en CH 1, proceda directamente al paso 4. Si no, continúe para hacer el SETUP manualmente.
 - c. Presione para seleccionar CH 1.
 - d. Seleccione PRESSURE del menú SELECT SENSOR.
 - e. Seleccione el sensor de presión correcto (GAS PRESSURE SENSOR ó PRESSURE SENSOR) del menú PRESSURE.
 - f. Seleccione las unidades de presión de la lista de calibración (kPa).
4. Seleccione el modo de colección de los datos.



a. Para seleccionar MODE, presione una vez y presione .



b. Seleccione EVENTS WITH ENTRY del menú SELECT MODE.



c. Seleccione OK para retornar al menú principal

(main screen).



5. Estamos listos para coleccionar los datos de Presión-Volumen. Es importante que un estudiante opere cuidadosamente la geringa con la muestra de gas y otro estudiante opere la calculadora.

- Seleccione START para empezar la colección de datos.
- Mueva el pistón de la geringa hasta la posición de 5.0 mL (fig. 2) Mantenga firme la posición del pistón hasta que el valor de la presión se estabilice en la pantalla de la calculadora.
- Presione **ENTER** y escriba "5", volumen de gas, en la calculadora. Presione **ENTER** para almacenar este par de datos Presión-Volumen.

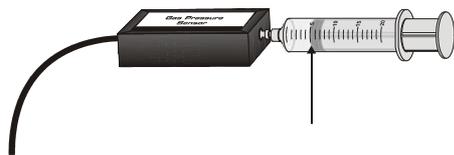
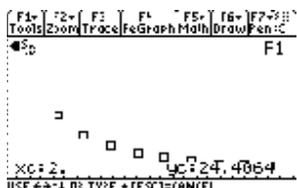


Figura 3

- Para coleccionar otro par de datos mueva el pistón de la geringa a 8 mL. Cuando la lectura de presión se estabilice, presione **ENTER** y escriba "8" como volumen.
- Continúe con este procedimiento para volúmenes de 10.0, 12.0, 15.0, 18.0 y 20.0 mL.
- Presione **STO** cuando ha terminado de coleccionar los datos.



6. Examine los pares de datos sobre la gráfica. Moviendo el cursor a la derecha o izquierda, los valores del volumen (X) y la presión (Y) de cada punto se ve al pie de la gráfica. Anote los valores de presión y volumen en su tabla de datos.

7. Basado en la gráfica de presión versus volumen, decida que clase de relación matemática existe

entre estas dos variables. **Directa o Inversa.** Para ver si hizo la elección correcta:

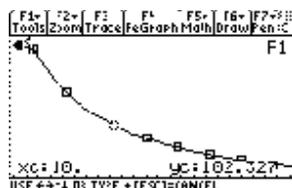
- Presione **ENTER** luego seleccione ANALYZE del menu principal.
- Seleccione CURVE FIT del menu ANALYZE OPTIONS.
- Seleccione POWER (CH 1 Vs ENTRY), del menu CURVE FIT. La regression para estas dos variables : presión y volumen es mostrada por una ecuación de la forma :

$$P = aV^b$$

donde: *a*, es la constante de proporcionalidad
b, es el exponente de V.

Nota: La relación entre la presión y el volumen se puede determinar del valor y el signo del exponente *b*.

Para mostrar la curva de regresión sobre la gráfica de presión-volumen, presione **ENTER**. Si Ud. ha determinado correctamente la relación matemática, los puntos de la línea del POWER REGRESSION debe ajustarse muy próximo a los puntos de los datos experimentales.



DATA	C1	C2	C3
1	2.	24.406	102.33
2	4.	13.453	194.64
3	6.	10.028	140.52
4	8.	8.3456	85.926

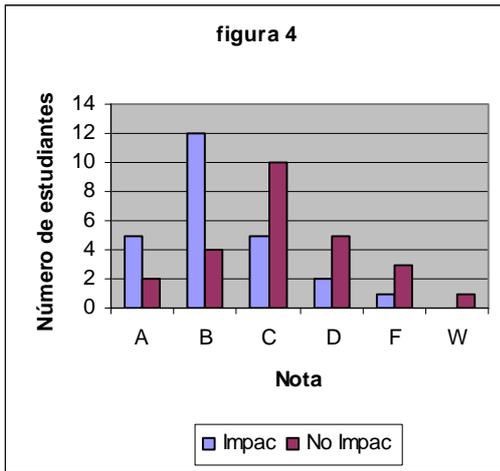
DATA	C1	C2	C3
5	10.	7.1538	73.981
6	12.	5.416	65.382
7	14.	5.8485	58.628
8	16.	5.291	53.237

Este mismo procedimiento se realiza con cualquier otro sensor. Los resultados de los trabajos de campo están disponibles para los interesados.

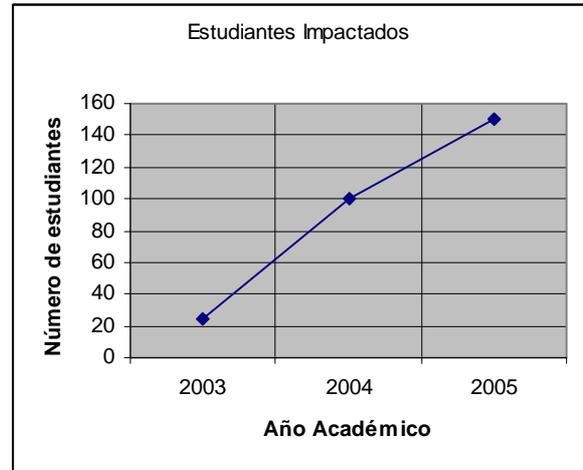
Resultados y Discusión

Los resultados del efecto de usar la calculadora

gráfica, el LabPro y los sensores en el salón de clases, el laboratorio y aplicaciones prácticas se han medido utilizando estudiantes impactados y estudiantes que siguieron con los moldes tradicionales. La figura 4 muestra claramente la diferencia entre los estudiantes impactados por el uso de las calculadoras gráficas, la interfase y los sensores y los que aún no usan.



El número de estudiantes impactados ha aumentado empezando con una sección de 25 estudiantes en el año 2003, a 4 secciones de 25 para un total de 100 estudiantes en 2004 y 6 secciones de 25 estudiantes para un total de 150 en 2005. Además existe un número considerable de estudiantes que usan las calculadoras gráficas, el LabPro y los sensores para sus proyectos de medio semestre o incluso en proyectos de investigación sub-graduada que no están incluidos en la estadística de los diagramas. La figura 5 muestra el incremento de los estudiantes usuarios de esta innovadora herramienta.



Finalmente la búsqueda de nuevos y más efectivos métodos de enseñanza a los estudiantes del siglo XXI está en el mismo entorno de los estudiantes, sabemos que nuestros estudiantes han crecido con juegos electrónicos y todo tipo de aparatos electrónicos; por lo que el uso de una calculadora gráfica, los sensores y el LabPro les acerca de alguna manera a su ambiente y ayuda a que entiendan con mayor facilidad los conceptos físicos y matemáticos envueltos en las aplicaciones tecnológicas que usan los ingenieros.

Bibliografía

1. Science Hardware and Software for Computers and CBL, Vernier, 1999
2. Chemistry the Central Science: Laboratory Manual, Brown-LeMay Bursten, Prentice Hall, 9th edition, 2004.
3. Manual de Taller sobre Calculadoras Gráficas realizado en La Universidad de Puerto Rico, recinto de Cayey, en agosto de 1999.
4. Chemistry with CBL lab Manual, with ChemBio Program, Vernier, 2001
5. Physics with CBL lab manual, with Physics program, Vernier, 1999.
6. Water Quality with Calculators, Robyn L. Johnson, Vernier, 2000
7. Unit Operations and Processes in Environmental Engineering, Reynolds Richard, International Thompson Publishing Company, second edition, 1996.
8. Industrial Water Pollution Control, W. Wesley Eckenfelder, Jr, McGraw – Hill, Third Edition, 2000

9. Heat Transfer, J. P. Holman, Mc graw Hill, ninth edition, 2002.

10. Unit Operations of Chemical Engineering, McCabe Warren L., Smith Julian C., Harriot Peter, sixth edition, McGraw Hill, 2001

11. American Public Health Association, Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 20th Edition, American Health Association, 1998

12. EPA Methods and Guidance for Analysis of Water, version 1.0, CD-ROM, EPA 821-C-7-001 1997.

Recursos de Internet

Texas Instruments www.Education.Ti.com

Vernier www.vernier.com

American Rivers www.amrivers.org

Global Learning and Observations to Benefit the Environment www.glove.gov

National Institutes of water resources
www.mnsu.edu/niwr