

“¿PUEDE HERVIR Y ESTAR MÁS FRÍO?” Y “LA PRESIÓN COMO DETECTIVE”: ESTUDIO DE EXPERIMENTOS EN TIEMPO REAL

TORTOSA MORENO^{1,2}, MONTSERRAT y TORRA BITLLOC², IMMACULADA

¹ IES Ferran Casablancas (Sabadell).

² Escola Universitaria Politècnica de Manresa (Universitat Politècnica de Catalunya).

Palabras clave: EXAO (experiencia asistida por ordenador); Experimentos en tiempo real; MBL (microcomputer based laboratory); Multilog-Multilab, sensor.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- Proponer prácticas de ciencias para Enseñanza Secundaria Obligatoria y Post-obligatoria, a efectuar con equipos de registro y tratamiento automático de datos.
- Aprovechar las ventajas que ofrecen los equipos EXAO respecto los equipos clásicos de laboratorio.

MARCO TEÓRICO

En la última década la sociedad ha hecho un avance espectacular en el uso de las nuevas tecnologías que se han abierto camino en múltiples entornos. En el caso de las ciencias, los avances tecnológicos permiten ver la evolución en tiempo real de las variables de un experimento. Así se han ido introduciendo en los laboratorios, docentes o no, los equipos de registro automático de datos, cuyos elementos básicos son sensores, interficie y ordenador con el programario adecuado (Figura 1).

Un sensor o transductor es un aparato que transforma una medida física en una tensión eléctrica; existen sensores para multitud de magnitudes físicas como presión, temperatura, posición, fuerza, conductividad eléctrica, etc. La interficie actúa de convertidor analógico-digital, transforma la tensión eléctrica generada por el sensor a código binario para que el ordenador pueda leerla y almacenarla. El programa informático adecuado permite ver en pantalla esta información. El proceso queda esquematizado como sigue:

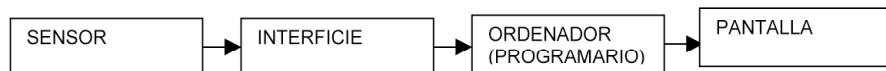


FIGURA 1
Esquema de un equipo de registro y tratamiento automático de datos

Actualmente se pueden encontrar en el mercado diversos equipos de registro automático de datos. En Cataluña, El Departament d'Educació está dotando a los Institutos de Enseñanza Secundaria de un “Aula de Nuevas Tecnologías para las Ciencias” que incluye sensores ordenadores, interficies, un microscopio y los correspondientes programas informáticos para efectuar experiencias en tiempo real de biología, física,

geología y química. La interficie es la consola Multilog-Pro, de manejo sencillo e intuitivo, mientras que el programa informático Multilab permite la visualización de los datos. El Departament dedica esfuerzos en la formación de profesorado (Aparicio et al, 2002) y efectivos, dentro de los que se incluye este trabajo, para preparar material docente con el fin de ser utilizado en estas aulas.

En este trabajo se proponen tres experiencias efectuadas con el equipo EXAO Multilog-Multilab.

En la primera, con el título “Puede hervir y estar más frío?”, se propone el estudio de la ebullición de líquidos no acuosos, pero de uso común, como son la acetona y el alcohol etílico. La segunda y tercera experiencias tienen el título común “La presión como detective”, en una de ellas se propone la determinación de la masa molar de un líquido a partir de la presión efectuada al evaporarse totalmente en un recipiente cerrado; por último la tercera experiencia presentada permite determinar la variación de la velocidad de una reacción química a partir de la variación de presión debida a la formación de uno de los productos.

¿PUEDE HERVIR Y ESTAR MÁS FRÍO?

Trabajo experimental propuesto para primer ciclo de Enseñanza Secundaria Obligatoria (12-13 años).

En la experiencia se estudia la variación de temperaturas durante el calentamiento simultáneo de acetona y alcohol etílico comercial (96%). El aparato utilizado para ello es un baño de arena sencillo, construido con un fogón eléctrico y una bandeja metálica, de un horno de cocina, llena de arena (Figura 2 a). Este montaje tiene diversas ventajas respecto los clásicos baños de agua: encima de la arena los vasos de precipitados son estables sin necesidad de sujetaciones, la arena puede alcanzar y mantener temperaturas más elevadas y la ausencia de humedad no deteriora al equipo de registro automático de datos.

En el baño de arena se colocan dos vasos de precipitados cada uno con 50 ml de acetona o alcohol, se introduce en cada vaso un sensor de temperatura conectado a la interficie Multilog-pro. A medida que se van calentando los dos líquidos el programa Multilab permite ver el gráfico con la evolución de las temperaturas en tiempo real. En la ejecución de la experiencia puede constatarse que mientras la acetona está hirviendo con burbujas visibles, su temperatura se mantiene constante e inferior a la del alcohol etílico, que sigue calentándose antes de hervir. En la Figura 2b se muestra la pantalla del ordenador con la tabla de datos y el gráfico obtenido a medida que se realiza la experiencia.

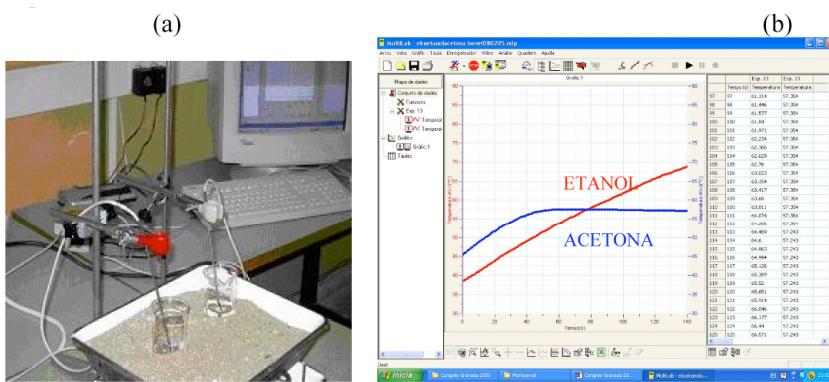


FIGURA 2

a) Vasos con acetona y etanol calentándose en un baño de arena construido con materiales caseros con los sensores de temperatura en su interior; b) Resultados obtenidos la experiencia.

LA PRESIÓN COMO DETECTIVE

Bajo este título se proponen dos trabajos experimentales para alumnado de bachillerato u otras enseñanzas secundarias postobligatorias (a partir de 16 años).

1. De que líquido se trata? (La presión como detective I)

El objetivo de la práctica es la determinación de la masa molar de un líquido, a partir de la presión y temperatura medidas al hacer vaporizar unas gotas de líquido en un recipiente cerrado.

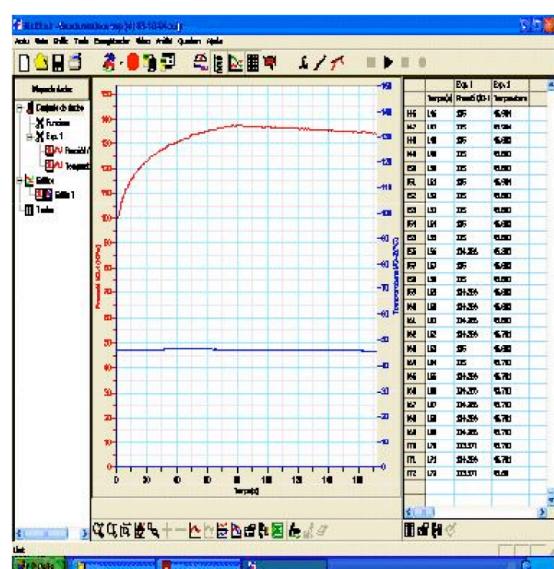
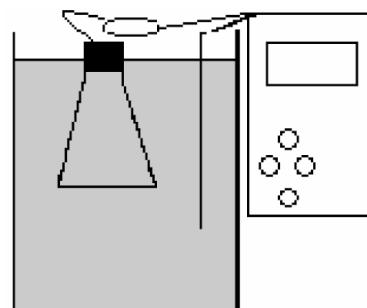
El experimento se fundamenta en la relación

$$\text{Masa molar sustancia} = \text{masa} / \text{nº moles sustancia}$$

El recipiente utilizado es un erlenmeyer de capacidad real conocida; antes de empezar la experiencia deben medirse la presión y temperatura ambientales, con el fin de calcular los moles de gas, del aire, que contiene el recipiente. Es muy importante no tocar el erlenmeyer después de esta determinación, ya que con el calor se podría dilatar el aire variando el número de moles que contiene.

La experiencia consiste en poner unas gotas (5-10) de líquido en el erlenmeyer, seguidamente cerrarlo con un tapón conectado al sensor de presión y sumergir el conjunto en un vaso de precipitados que contenga agua caliente y un sensor de temperatura (Figura 3). Con el calor del agua el líquido se evapora y ejerce presión. A partir de la presión y temperatura máximas puede calcularse el número de moles totales de gas en el interior del erlenmeyer. La masa de líquido puede obtenerse, clásicamente, de distintas maneras como pueden ser con una balanza granatario o bien a partir de la determinación de la densidad del líquido. En la Figura 4 se muestran los resultados obtenidos en la determinación de la masa molar de la acetona con este método.

FIGURA 3
Montaje utilizado para la determinación de la masa molar de un líquido a partir de la presión ejercida al evaporarse



Tmáx = 46,5°C
Pmáx = 137,9 kPa
V erlenmeyer = 125 ml
 $n_{\text{molar gas}} = 6,49 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
 $n_{\text{initial air}} = 4,98 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ (a partir presión i temperaturas ambientales)
 $\text{mol acet. vap} = n - n_0 = 1,51 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
masa acetona (5 gotas) = 0,0849 g
 $M_{\text{molar acetona}} = 0,0849 \text{ g} / 1,51 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 56,2 \text{ g/mol}$
(Mmolar real = 58,1, 3,2% error)

FIGURA 4
Resultados obtenidos y cálculos en la determinación de la masa molar de acetona a partir de la presión medida en la vaporización total del líquido en un recipiente cerrado.

2. Velocidad de reacción (La presión como detective II)

Los objetivos de la práctica son:

- Determinar la velocidad media de reacción a partir de las variaciones de presión durante la reacción.
- Estudiar la variación de la velocidad de reacción durante el transcurso de la misma

La reacción propuesta es la del carbonato de calcio con ácido clorhídrico:



El montaje experimental propuesto (Figura 5a) consiste en un erlenmeyer en cuyo interior se coloca el carbonato de calcio (aprox. 0,15 g), que se propone como reactivo limitante. El recipiente se cierra con un tapón conectado al sensor de presión y a una jeringa que contiene el ácido clorhídrico (20 ml 0,25M), el conjunto debe cerrarse bien para evitar pérdidas de gas, por este motivo se propone el sensor de temperatura junto al erlenmeyer pero fuera de él (considerando despreciable la variación de temperatura en el matraz de reacción). Se toman los datos de presión y temperatura iniciales y acto seguido se inyecta el ácido clorhídrico. Conviene agitar el conjunto manualmente durante la reacción para asegurar un contacto uniforme entre los reactivos. La presión en el interior del recipiente aumenta debido a la producción de dióxido de carbono (Figura 5b), a partir de la variación de presión puede determinarse la velocidad de la reacción en un intervalo de tiempo determinado.

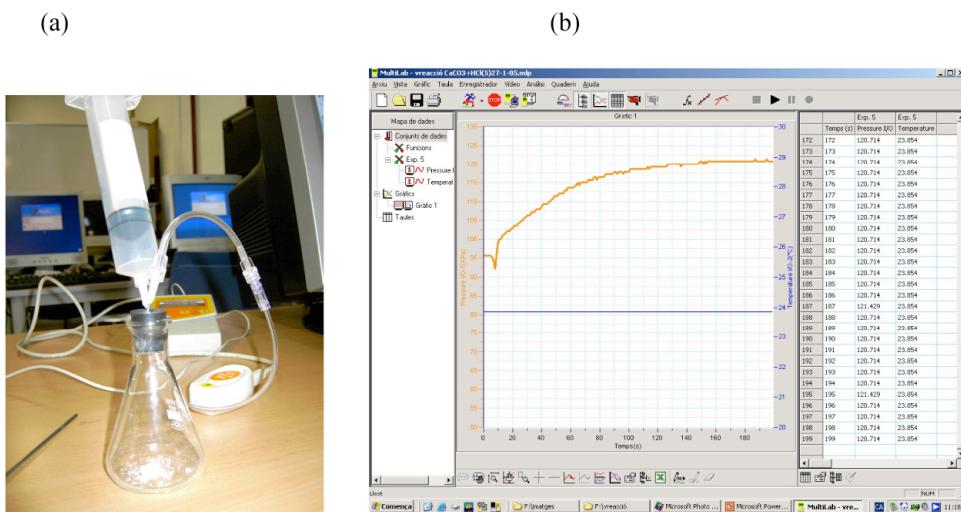


FIGURA 5

a) Montaje utilizado para la determinación de la velocidad de reacción; b) Resultados de presión y temperatura (línea horizontal) obtenidos en la reacción del carbonato de calcio con ácido clorhídrico.

DISCUSIÓN

En este trabajo se presentan experiencias puntuales con el objetivo de informar al profesorado sobre ellas y de dar los detalles para que se puedan adecuar a las distintas necesidades y situaciones docentes, pudiendo ser utilizadas desde distintas perspectivas. Desde el punto de vista meramente técnico cabe notar dos ventajas en estos experimentos respecto los tradicionales sin equipo de registro automático de datos: uno de ellos es la posibilidad del estudio detallado de variaciones de presión de un gas a lo largo de un proceso, y por tanto del trabajo con conceptos, más abstractos, que se derivan de ello; otra ventaja clara es la posibilidad de tener el gráfico de la experiencia en el mismo momento que se está produciendo, es decir se presenta la posibilidad de relacionar el gráfico con la observación del fenómeno lo que sin duda mejora las redes de aprendizaje.

Conviene pero tener en cuenta cual es la mejor manera de introducir en el aula este tipo de prácticas. Desde el punto de vista didáctico, diversos autores han estudiado las características de las nuevas tecnologías como herramientas de aprendizaje. Se sugiere (Combs, 2004) que la dirección ideal en la enseñanza de las ciencias es aquella que combina lo mejor de la enseñanza tradicional con lo mejor de las nuevas tecnologías para guiar al alumnado en la aproximación constructivista de la educación científica. Trabajos recientes (Izquierdo et al, 2004) sugieren que hacer ciencia en la escuela se constituye como una actividad dentro de la complejidad social, hecho que anima a recuperar el papel de las emociones como elemento central. En este sentido es fundamental que las experiencias propuestas estén contextualizadas en la medida de lo posible en el entorno emocional del alumnado. Asimismo se deben proponer actividades adecuadas (Sanmartí et al, 2003) que le guíen para adquirir destreza en la expresión oral o escrita de los experimentos que realiza.

Un aspecto relevante es el del material didáctico de apoyo que se entrega a los estudiantes para que pueda influir positivamente en el aprendizaje. En el caso concreto de experimentos en tiempo real, Pérez-Castro (2001) propone una estructura para los guiones de prácticas basada en la concepción del trabajo experimental como un ciclo de aprendizaje, en la que los estudiantes deben explorar la situación presentada por el docente, predecir los resultados, recopilar datos y analizarlos e interpretarlos, comparar los resultados con la predicciones realizadas y con el modelo teórico que fundamenta la experiencia, reestructurar los conocimientos y generalizar y aplicar lo aprendido a nuevas situaciones. Existen algunas experiencias de aplicación de esta secuencia en prácticas de ciencias.

Agradecimientos

Este trabajo se está realizando en el marco de una licencia de estudios del Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya (resolució ENS/795/2004 de 23 de març de 2004), queremos agradecer la acogida a todo el personal del CDECT (Centre de Documentació i Experimentació de Ciències i Tecnología) de Barcelona, especialmente a A. Aparicio y M.T.Lozano por sus ideas en la resolución de los montajes prácticos. También a C. Mayós y J. Mellado por sus comentarios constructivos.

BIBLIOGRAFÍA

- APARICIO, A.; BARBÉ, A.; CALVET, M.; COROMINAS, J.; DOMÉNECH, M.; FALCÓ M.; FERRER V.; LOPE, S., LOZANO, MT. y VIVES, MV. (2002). *Curs per a l'ús didàctic de les aules de noves tecnologies per a les ciències. Material de suport.* Curs 2002-03. Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament.
- COMBS L.W. (2004). Science education in the web era. *Journal of computers in mathematics and science technology.* Vol 23(2), pp 139-149.
- IZQUIERDO, M., ESPINET, M.; BONIL, J. y PUJOL, R.M. (2004). Ciencia escolar y complejidad. *Investigación en la escuela* vol 53, pp 21-29.
- PÉREZ-CASTRO O.J. (2001). *El uso de experimentos en tiempo real: estudio de casos de profesores de física de secundaria.* Tesis doctoral. www.tdx-cesca.es/TDX-113103-15751/
- SANMARTÍ, N. (coord.); CALVET, M., CUSTODIO E., ESTANYA J.L., FRANCO, R.; GARCÍA, M.P.; IZQUIERDO, M.; MÁRQUEZ, C.; OLIVERAS, B.; RIBAS, N.; ROCA, M.; SARDÀ, A.; SOLSONA N.; y VIA, A. (2003). *Aprendre ciències tot aprenent a escriure ciencia.* Barcelona: Edicions 62.