

EL MODELO DE GASES IDEALES UTILIZADO EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA PARA LA MEDICIÓN DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Esteban Szigety, Javier Viau, María Alejandra Tintori Ferreira, Gibbs Horacio

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; Facultad de Ingeniería; Colegio Nacional Dr. A.U. Illia, Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3350 – 7600 Mar del Plata.
grupodidacticadelaciencia@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La enseñanza del estado gaseoso en la educación secundaria es abordada de una manera bastante superficial, pues se basa principalmente en el desarrollo de ejercicios, sin concebir el estudio cualitativo de las propiedades de los gases y su relación con fenómenos cotidianos.

Algunas investigaciones (Balocchi et al., 2004) apuntan a que los estudiantes son capaces de resolver problemas usando algoritmos sin necesidad de comprender los conceptos químicos implícitos en las preguntas.

Con el propósito de promover prácticas cotidianas que faciliten la construcción de nuevas maneras de enseñar y aprender ciencias presentamos una propuesta didáctica inscripta en un marco de educación científica escolar; que contempla los conceptos de presión atmosférica y el estudio de la Ley de Boyle.

FUNDAMENTOS TEORICOS

Existe una experiencia muy conocida para abordar el concepto de presión atmosférica, que consiste en utilizar una botella llena con agua y cerrada con un tapón, al que se le ha realizado un pequeño orificio.

Cuando la botella se invierte, se observa que no sale agua de la botella, y la explicación es sencilla: “al estar la botella completamente llena la única presión en el borde interior del orificio es la presión hidrostática del líquido” (ecuación 1):

$$P_h = \delta \cdot g \cdot h. \quad (1)$$

Por fuera del orificio se encuentra el aire, cuya presión se ejerce en todas direcciones y con un valor promedio constante, conocido como presión atmosférica ($P_o = 101.300$ Pa).

Mientras que la presión atmosférica sea superior a la presión hidrostática, el líquido no saldrá de la botella. Pero qué ocurre si la botella no está completamente llena, y al invertirla hay un volumen de aire atrapado.

Observaremos que al invertir la botella cuidadosamente, por ejemplo tapando con un dedo el orificio durante el proceso de inversión, al liberar el orificio, caerá solo una pequeña cantidad de líquido, y la experiencia volverá a funcionar.

De esta observación surgen dos preguntas:

- *¿Por qué no cae todo el líquido si esta vez por encima de la columna de agua quedo aire atrapado a presión atmosférica?*
- *¿Qué relación existe entre el volumen de agua que cayó con el volumen inicial de agua y aire de la botella?*

Las respuestas se relacionan con que el aire atrapado en el interior de la botella, es un gas a baja presión y densidad, que puede ser analizado como un gas ideal.

La presión del aire contenido en la botella comienza a descender hasta que se alcanza un nuevo equilibrio, (ecuación 2).

$$P_o = \delta \cdot g \cdot h + P \quad (2)$$

Donde P es la presión final en el interior de la botella cuando se alcanza el equilibrio, que según la ley de Boyle se puede calcular suponiendo que el proceso se ha realizado a temperatura constante, (ecuación 3):

$$P_i V_i = P_f V_f \quad (3)$$

$$P_o V_o = P (V_o + \Delta V)$$

Donde ΔV es el volumen de agua que se ha escapado de la botella y V_o es el volumen inicial de aire su interior.

En la figura 1 se muestra esquemáticamente la experiencia:

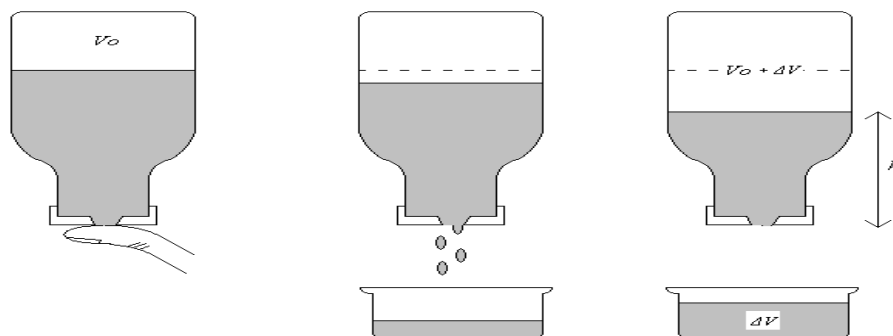


Figura 1: Esquema que muestra la manipulación de la botella para realizar la experiencia.

Al relacionar (2) y (3) resulta la expresión (4) de la que se puede obtener el valor de la presión atmosférica, midiendo la altura final de la columna de agua (h), el volumen inicial de aire (V_o) y el volumen de agua perdida (ΔV).

$$\delta . g . h = P_o . \frac{\Delta V}{V_o + \Delta V} \quad (4)$$

La secuencia experimental que proponemos no es original, pero si los procedimientos que se llevan a cabo para su realización.

METODOLOGÍA

Contextualización y Participantes.

Esta propuesta se implementó en el 5º año de educación secundaria del Instituto Don Bosco de la ciudad de Mar del Plata, de la cual participaron 32 alumnos (15 a 16 años)

Procedimientos.

Materiales: El cuadro 1 muestra los materiales necesarios para realizar la experiencia:

-	Tapón de goma.
-	Recipientes de vidrio (botellas) de distintas capacidades.
-	Tubo de 5 cm de PVC transparente de 7x4 mm
-	Probeta graduada de 100 ml a 500 ml
-	Destornilladores de distintos tamaños para perforar la tapa de goma
-	Jeringas hipodérmicas de 5 ml, 10ml y 20 ml
-	Pies universales, nueces y aros para sostener balones
-	Vaso de precipitado de 500 ml
-	Cinta métrica
-	Agua destilada

Cuadro 1: materiales necesarios para realizar la experiencia.

Arreglo experimental: La figura 2 muestra la disposición de los materiales.

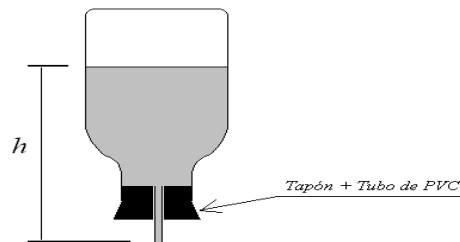


Figura 2: arreglo experimental.

En el cuadro 2 se muestran los pasos a seguir.

PASOS A SEGUIR PARA REALIZAR LA EXPERIENCIA	
1.	<p>Construir el tapón para sellar la botella, (su función será impedir la entrada de aire cuando se invierta la botella, pero dejará escapar el volumen de agua necesario). Perforar el tapón de goma con un destornillador y atravesar el tapón con el tubo de PVC.</p> <p><i>Observación:</i> La parte del tubo de PVC que queda dentro de la botella se debe cortar al ras del tapón, del otro lado puede sobresalir un poco para poder trabajar con mayor comodidad al impedir la salida de agua con el dedo.</p>
2.	<p>Llenar la botella completamente de agua, hasta el borde de su boca. Luego se vacía su contenido en una probeta, el volumen medido se tabula como V_0 con su error en centímetros cúbicos.</p> <p><i>Observación:</i> El volumen de agua que sale de la botella será igual al volumen de aire que contendrá la botella cuando realicemos la experiencia.</p>
3.	<p>Cerrar la botella con el tapón y obstruir con un dedo la salida del tubo e invertirla. Ubicar a la salida del tubo un vaso de precipitado de tal forma que cuando se retire el dedo del orificio el agua caiga dentro, sin perderse nada. Retirar el dedo y dejar que el sistema se equilibre.</p>
4.	<p>Trasvasar el contenido del vaso de precipitado a algunas de las jeringas, que nos permitan determinar el volumen con mayor precisión y tabular esa cantidad como ΔV junto con su error en centímetros cúbicos.</p>
5.	<p>Con el sistema en equilibrio medir con la cinta métrica la altura que va desde el inicio del tubito hasta la superficie del líquido contenido en la botella.</p> <p><i>Observación:</i> esta altura se tabula como h en metros, junto con su error.</p>
6.	<p>Para realizar más medidas, se retoma el paso 1) pero utilizando otros volúmenes V_0 en el recipiente. Variando V_0 cada 100 ml o 200 ml se pueden obtener de 4 a 3 medidas de un recipiente.</p>
<p><i>Nota:</i> Podemos utilizar la expresión (4) midiendo solo una vez y calculando la presión atmosférica con su error. También podemos realizar la experiencia varias veces en con distintas cantidades V_0 y distintos recipientes para graficar $\delta.g.h$ en función $\Delta V/(V_0+ \Delta V)$ y así obtener de la pendiente la presión atmosférica con su error, como hemos realizado en este caso</p>	

Cuadro 2: procedimientos para realizar la experiencia.

CONCLUSIONES

A continuación se muestra uno de los resultados que es representativo de lo trabajado por el grupo, (Figura 3).

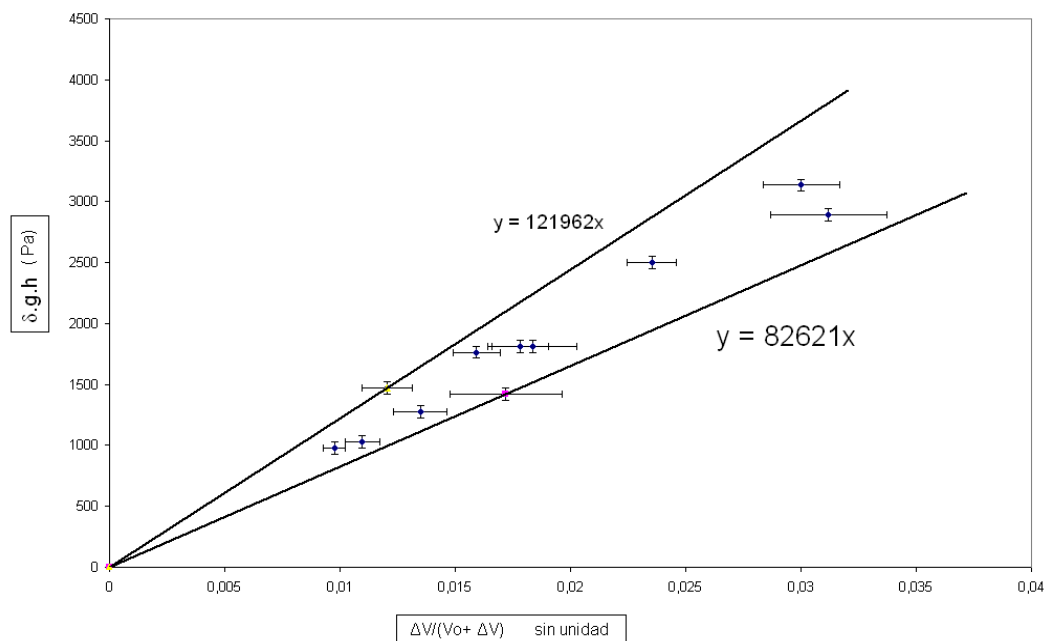


Figura 3: gráfica de $\delta.g.h$ en función $\Delta V/(V_0 + \Delta V)$

Las barras de error fueron calculadas en base a los criterios de sumas de errores relativos.

Las dos pendientes máximas y mínimas, fueron trazadas bajo los criterios de los alumnos. A pesar de que esperaban encontrar una relación lineal, sabían que el punto (0; 0) debe ser parte de los valores de la experiencia.

La pendiente, es la presión atmosférica en Pascales. Haciendo un promedio con estos valores (ecuación 5) podemos obtener el valor más representativo.

$$(P_{\max} + P_{\min}) / 2 \quad (5)$$

La diferencia entre ellos dividido por dos, nos da un criterio de la incerteza de la medida (ecuación 6):

$$P_0 = 102000 \pm 19000 \text{ Pa} \quad (6)$$

Este resultado no es satisfactorio para un laboratorio profesional, ya que estamos hablando de un error relativo del 20 %, sin embargo para un trabajo de escuela media, el resultado es satisfactorio, ya que el valor más representativo está cerca del valor estimado ese día por la estación meteorológica local, 990 HPa = 99000 Pa y el error encierra este valor.

CONSIDERACIONES FINALES

Resulta importante el uso de estrategias dinámicas para enseñar ciencias (Ordáz y Rivas, 2009) puesto que éstas facilitan una mejor relación estudiante-docente y un mayor aprendizaje.

Creemos que el trabajo experimental es fundamental para el estímulo de los estudiantes y sus vocaciones. También entendemos que de esta forma los alumnos tienen un acercamiento al trabajo científico, el estudio del modelo y el experimento asociado, la realización de los procedimientos y el análisis de los resultados.

Esta es una práctica guiada, donde los resultados se suponen conocidos. Se espera que este estilo de trabajo sea solo una parte de la formación inicial del alumno, para

más adelante en el mismo año, proponer una investigación sencilla donde solos elijan variables, técnicas de medición, y materiales a utilizar.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Balocchi Emilio, Brenda Modak, Raúl Cerón y Juan Guerrero. (2004). Estudio sobre la resolución de problemas conceptuales y comprensión de conceptos en química. Revista Chilena de Educación Científica; 3, [2].

Ordaz, A y Rivas, C. (2009). La enseñanza de la entalpía mediante una propuesta lúdica con estudiantes de 1er año diversificado. Mérida. ULA.