

# Ideas previas de los estudiantes. Una experiencia en el aula

Susana A. Flores A.,<sup>1</sup> Gisela Hernández M.<sup>2</sup> y Guillermina Sánchez S.<sup>1</sup>

## Abstract

The ideas that students of the Chemistry Faculty, at UNAM, have about thermodynamics were studied, using a questionnaire after an experimental demonstration. The results show that many students have incorrectly interpreted the experimental results, due to their prior ideas.

## Introducción

Existen cada vez un mayor número de estudios que coinciden en afirmar que “el conocimiento no es el resultado de una mera copia de la realidad preexistente, sino de un proceso dinámico e interactivo, a través del cual la información externa es interpretada y reinterpretada por la mente que va construyendo progresivamente modelos explicativos cada vez más complejos y potentes” (Gómez y Coll, 1994).

Dentro de este esquema constructivista, pasan a formar parte fundamental del aprendizaje los puntos de vista de los estudiantes, y es imperativo que el profesor realice esfuerzos para conocer cuáles son estos puntos de vista para cambiar el aprendizaje *basado en el profesor*, por el aprendizaje *basado en el alumno* (Pope y Gilbert, 1988).

Cada estudiante percibe el conocimiento científico en función de su experiencia personal y por lo tanto sus ideas acerca de los fenómenos están muy arraigadas y son significativas. Como hasta ahora estas ideas le han explicado el mundo que lo rodea de una manera lógica, será difícil modificarlas si no se conoce la forma en que los alumnos adquieren el conocimiento.

Esto hace evidente la importancia de conocer la estructura cognitiva del estudiante para conducirlo a que construya los aprendizajes significativos aceptados por la comunidad científica. Ausubel lo dice de la siguiente forma: “Si tuviese que reducir toda la psicología educacional a un solo principio, diría lo siguiente: el factor aislado más importante que influencia el aprendizaje es aquello que el aprendiz ya sabe. Averigüese esto y enséñese de acuerdo a ello” (Ausubel, 1993).

El objetivo de este trabajo fue conocer las ideas que tienen los estudiantes de un curso de Termodinámica acerca de los conceptos básicos que son requisito para entender la

asignatura. Conocidas estas ideas, se dirigió el proceso enseñanza-aprendizaje para provocar en los estudiantes un cambio conceptual.

## Metodología

Se trabajó con 77 estudiantes de la asignatura Termodinámica. Este curso se imparte en el segundo semestre de todas las carreras que se ofrecen en la Facultad de Química de la UNAM.

Se eligió un experimento, que tiene la característica de despertar en los estudiantes un enorme interés y motivación para tratar de entenderlo. Después de mostrar el experimento, se les pidió contestar una pregunta, seleccionando entre cinco respuestas, y que justificaran su selección.

## Experimento “Hirviendo agua con hielo”

### Descripción del experimento

Un matraz de bola de un litro de capacidad lleno de agua hasta la mitad, se calienta hasta ebullición. Se deja hervir durante 10 minutos como se observa en la figura 1. Se anota la temperatura de ebullición, se tapa con un tapón provisto de un termómetro y se coloca invertido como se ilustra en la figura 2.

En estas condiciones se procede a colocar trozos de hielo sobre el matraz. Una vez hecho esto, lo que se observa es que el agua continúa hirviendo a temperaturas cada vez menores. Cabe hacer notar que se han alcanzado temperaturas de ebullición del agua hasta de 25°C.

**Después de hacer el experimento, se pidió a los estudiantes que contestaran y justificaran la siguiente pregunta:**

**¿Cuál de las siguientes afirmaciones explica mejor el fenómeno que ocurre en el matraz?**

- 1) El agua dentro del matraz hierve al invertirse, porque se disminuye la temperatura
- 2) Al enfriarse el matraz invertido, se origina una presión en el gas, menor que la presión atmosférica y eso produce que el agua hierva a menor temperatura
- 3) Al enfriar el gas en el matraz invertido, el gas se condensa disminuyendo su presión y haciendo que el agua hierva a menor temperatura.
- 4) Al invertir el matraz, manteniendo el volumen constante, el agua hierve a menor temperatura

(1) Departamento de Físicoquímica, Facultad de Química, UNAM;

(2) Departamento de Química Inorgánica y Nuclear, Facultad de Química, UNAM.

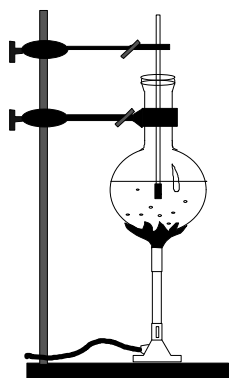


Figura 1.

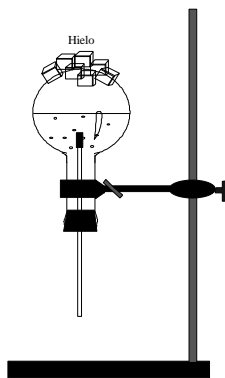


Figura 2.

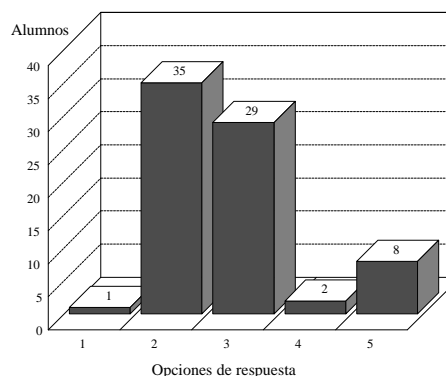


Figura 3.

5) Al disminuir la presión del gas en el matraz por el enfriamiento producido, el líquido hierve a menor temperatura.

Las respuestas fueron clasificadas, como se muestra en la figura 3. Solamente un alumno contestó la opción 1, lo cual nos indica que se debe modificar porque está mal planteada.

Como ya se dijo, se les pidió a los estudiantes que además de señalar la respuesta que a su juicio explica mejor el fenómeno, argumentaran su respuesta.

A continuación transcribimos algunas de las respuestas que nos parecieron más representativas para cada una de las opciones.

#### Opción 1

- La presión no afecta la temperatura, es decir, si aumenta la presión no necesariamente aumenta la temperatura.

#### Opción 2

- En los lugares con temperaturas elevadas el agua hierve a mayor temperatura y en los lugares fríos el agua hierve a menor temperatura.
- No es que el agua hierva, sino que el oxígeno se condensa y el que estaba en la superficie sube en forma de burbujas.
- Al enfriar, la presión se reduce y como la presión atmosférica es mayor que la presión en el matraz, a menor presión "menor grado de ebullición".
- Al invertir el matraz se crea vacío y a menor presión menor temperatura de ebullición, porque a volumen constante falta presión y se libera oxígeno para equilibrar la presión.

#### Opción 3

- Al enfriarse el sistema, el vapor de agua se condensa aumentando el volumen del agua y conociendo la ley de Boyle que dice: "la presión es inversamente proporcional

al volumen, entonces la presión disminuye". Pero si la presión disminuye, la temperatura también lo hace y por lo tanto hierve a mayor temperatura.

- La presión del gas al enfriarse disminuye y hace que se condense y baja, como la ley de Gay-Lussac dice que la presión y la temperatura son directamente proporcionales, entonces si disminuye la temperatura del gas que es vapor de agua, pero la temperatura del líquido sigue disminuyendo aunque no tanto que siguen subiendo las burbujas.
- El hielo tiene energía calorífica en escala de temperatura menor que cero, lo que hace que disminuya la presión, haciendo que su energía calorífica le permita hervir.
- Al enfriar se observa cómo se condensan las moléculas que se evaporan y la temperatura de las moléculas condensadas es menor que la temperatura de las moléculas en el líquido.

#### Opción 4

- Al cerrar el matraz cuando está hirviendo, hace que se produzca una presión la cual ocasiona que a un volumen constante un líquido hierva a menor temperatura.

#### Opción 5

- Ya que la presión de vapor del agua a una temperatura más baja es menor y si disminuye la temperatura, también la presión.

Es interesante hacer notar que hay estudiantes que al finalizar el semestre contestan correctamente, y cuando se les pide hacer un dibujo demuestran que algunos conceptos no los tienen claros:

*Creo que al momento de enfriar el vapor, éste se condensa, formándose de nuevo agua líquida y como el matraz está lleno de vapor de agua la presión baja porque disminuye la cantidad*

Figura 4. "Cuando se invierte el matraz, éste está lleno de agua (l) y (g)".

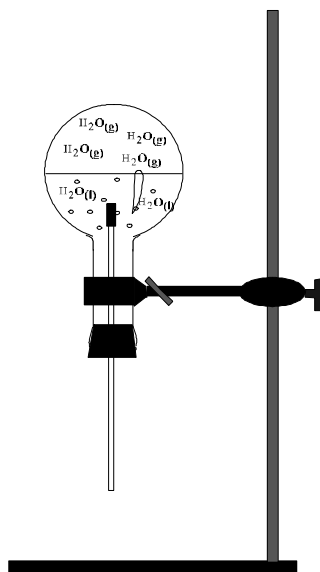
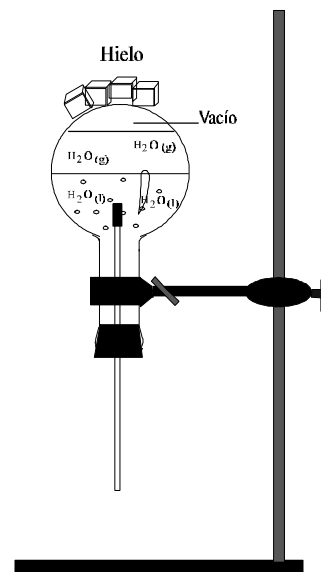


Figura 5. "Cuando el agua se enfría, se comienza a condensar el (g) en forma de (l), dejando vacío el espacio ocupado por el (g), por lo cual la presión baja y el punto de ebullición también".



de vapor que ejerce presión. Y al bajarse la presión, el punto de ebullición baja para cualquier líquido

Después de esta explicación realiza los dibujos de las figuras 4 y 5. Es evidente que este estudiante tiene un concepto de vacío, que tiene que modificar.

**Los principales conceptos que intervienen en la explicación de este experimento son los siguientes:**

- Sistema termodinámico
- Fases
- Temperatura, temperatura de equilibrio entre fases
- Presión y presión de vapor
- Volumen
- Calor, calor latente (cambios de fase)
- Leyes de los gases ideales

A partir de las respuestas elegidas por los estudiantes y las justificaciones que hacen de las mismas, se obtuvieron las ideas que ellos tienen acerca de los conceptos antes mencionados que intervienen en los fenómenos que se observaron. Entre estas ideas, destacan las siguientes:

- No tienen clara la relación presión-temperatura
- Confunden la evaporación del agua con su descomposición en  $O_2$  y  $H_2$
- Dicen que "observan" las moléculas
- Aplican las leyes de los gases ideales a sistemas no gaseosos
- Confunden los conceptos de calor y temperatura
- No manejan los fenómenos de transición de fases y, por lo tanto, el concepto de calor latente.

### Conclusión

En esta etapa obtuvimos una primera idea de cómo se explican los estudiantes estos fenómenos. Nuestros esfuerzos se dirigieron a enfatizar sobre los conceptos erróneos que mostraron, con el objeto de lograr un cambio conceptual en ellos.

Es importante señalar que esta fue una experiencia en el aula y que una segunda etapa que será de investigación educativa consistirá en entrevistas clínicas con los alumnos, para que podamos comprender a profundidad cuáles son realmente las ideas que tienen los estudiantes acerca de algunos conceptos fundamentales para entender la Termodinámica.

Una vez conocidas estas preconcepciones, el reto es diseñar estrategias que promuevan el aprendizaje significativo. ▣

### Bibliografía

- Ausubel, D.P., Novak, J.D. y Hanesian, H., *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*, Trillas, 1993.
- Delval, Juan, *Creer y pensar*, LAIA Cuadernos de Pedagogía, 1983.
- Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A., *Las ideas científicas y la adolescencia*, Ediciones Morata, 1992.
- Flores, S., Hernández, G., "Errores conceptuales en Termodinámica", en *Anuario Latinoamericano de Química*, 1994.
- Gómez, Carmen y Coll, César, "De qué hablamos cuando hablamos de constructivismo", en *Cuadernos de Pedagogía*, Madrid, 1994.
- Hierrezuelo, J., Montero, A., *La ciencia de los alumnos*, LAIA 1988.
- Moreira, M.A., *La teoría de la educación de Novak*, Instituto de Física UFRGS, Porto Alegre, Brasil, 1994.
- Novak, J., Gowin, D., *Aprendiendo a aprender*, Martínez Roca, 1988.
- Pop, M. y Gilbert, J., "La experiencia personal y la construcción del conocimiento en ciencias", R. Porlán, J.E. García y P. Cañal (compiladores), en *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias*, Sevilla, España, 1988.