

PROPUESTA INNOVADORA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE-EVALUACIÓN SOBRE EL TEMA PRESIÓN

**DELGADO HERRERA, TERESA; ALONSO VIVEROS, GUADALUPE; FLORES ALMAZÁN, SUSANA
y TREJO CANDELAS, LUIS MIGUEL**

Departamento de Fisicoquímica, Facultad de Química, UNAM
Edificio B (102), Circuito Escolar C.U. México, D.F. 04510, México.

Palabras clave: Presión; Manómetro; Ideas previas; Experimento; Lenguaje.

OBJETIVO

Elaborar y optimizar una unidad didáctica experimental innovadora que permita introducir el concepto de presión para entender el funcionamiento del manómetro de columna en U abierto. Esta unidad se busca aplicar en los estudiantes del nivel superior donde la evaluación permita regular el proceso enseñanza-aprendizaje y el lenguaje en el aula fomente entre los alumnos la reconstrucción de su conocimiento científico.

MARCO TEÓRICO

El concepto de presión es fundamental para entender la conducta macroscópica de la materia y los cambios de estados termodinámicos en equilibrio. Sin embargo, su comprensión en diversos niveles educativos es deficiente (Fassoulopoulos, 2003).

En nuestro curso experimental de termodinámica de nivel superior, es imprescindible saber utilizar los instrumentos para medir la presión, objetivo que intentamos cubrir para 16 alumnos en una sesión tradicional de tres horas donde se explica el funcionamiento del manómetro de columna en U abierto y se realizan diversas mediciones. Sin embargo, desde hace tiempo nos hemos dado cuenta de que, estas tres horas no son suficientes para entender el manejo adecuado de este instrumento de medición, lo cual representa una dificultad para la mayoría de los estudiantes (Becerril, 2002).

En este trabajo continuamos con la reflexión de las dificultades en la enseñanza y el aprendizaje del tema presión en los niveles educativos medio superior y superior. En particular, elaboramos una nueva propuesta que: i) considera nuestra experiencia sobre las dificultades de los alumnos en el tema presión y el uso correcto del manómetro de columna en U, y ii) continúa adoptando una visión constructivista, en la cual, ahora, se integra la evaluación como regulación del proceso enseñanza-aprendizaje.

La propuesta promueve explicitar las ideas previas que poseen nuestros estudiantes, e intenta crear oportunidades de aprendizaje que van de lo simple a lo complejo, donde el lenguaje escolar les permita la reconstrucción de su conocimiento científico en un ambiente de respeto a las opiniones, para motivarlos a trabajar en equipo.

La visión constructivista de la que partimos considera que los estudiantes tienen sus propias ideas acerca de algunos fenómenos cotidianos como presión y que éstas se han ido desarrollando a través de sus experiencias. Suponemos que si les presentamos nuevas experiencias, los estudiantes interrelacionarán lo que ya saben con lo nuevo, dándole sentido, y de esa manera, construirán significados, por lo que el estudiante participa activamente en la construcción de su propio conocimiento.

En nuestra propuesta, fomentar el lenguaje escolar es crucial para explicitar las ideas de los alumnos, para escuchar las de sus compañeros y para discutir de manera respetuosa, lo cual propiciará la modificación de sus ideas iniciales y les permitirá llegar a explicaciones más adecuadas.

DESARROLLO DEL TEMA

Empezamos por coleccionar las ideas previas de los estudiantes en el tema de presión: i) La presión es una fuerza; ii) la presión actúa en la dirección del peso (hacia abajo) o fuerza; iii) la presión en aire o en agua no es la misma en todas las direcciones; iv) la presión de un objeto aumenta con su peso; v) la presión aumenta con la profundidad; vi) la presión de un líquido se ejerce en el fondo; vii) la presión se debe al peso del líquido; viii) la presión depende de la cantidad del líquido; ix) la presión es aditiva por lo que es una propiedad extensiva; x) La presión del aire se reconoce en el viento no en el aire inmóvil; xi) Los cambios causados por diferencia de presiones son raramente atribuidos a esta diferencia (Driver, 1994; Fassoulopoulos, 2003).

Esta información nos sirve de referencia para seleccionar una serie de cuatro experimentos que tiene que realizar y explicar cada equipo de estudiantes (formados por cuatro) como primera actividad durante una sesión experimental de tres horas. Se pide que escuchen a los compañeros de equipo, discutan y clarifiquen ideas para que, al final de esta sesión, elaboren un cartel donde se explique el fundamento de cada experimento.

En la segunda sesión experimental los experimentos se presentan por cada equipo de alumnos utilizando sus propias ideas acerca de los fenómenos que observaron. Se pide que escuchen a los compañeros de otros equipos, discutan y continúen clarificando sus ideas.

En la tercera sesión experimental se considera la aplicación del concepto de presión vía el análisis y explicación del uso adecuado del manómetro en U abierto.

En todo momento práctico se pide a los estudiantes que trabajen en equipos de cuatro, procurando siempre la participación de todos con diversos roles como: i) secretario, que toma nota de todo lo relacionado con el trabajo en equipo; ii) relator, que anotará los procedimientos realizados en cada trabajo; iii) uno o varios expositores, iv) moderador, que cuida la participación equitativa de todos.

La manera de realizar los experimentos es vía la estrategia Predicción-Observación-Explicación (POE), donde se les indica lo que tienen qué hacer y se les pide que antes de empezar a armar el equipo hagan una predicción individual de lo que creen va a suceder (P). Una vez que todos terminan de escribir su predicción, inician el trabajo con los materiales para realizar el experimento y observan detalladamente lo que sucede; se les pide que no hagan comentarios en voz alta, sino que escriban sus observaciones (O) y den una explicación de lo observado (E) (Chamizo, 1997). Esta estrategia permite obtener un registro de la explicación del experimento de cada estudiante (y con ella las ideas previas), y promueve la metacognición.

Primera sesión. Los equipos de estudiantes arman, uno a la vez, cada uno de los cuatro dispositivos necesarios para realizar cada experimento en diferentes puntos del laboratorio. Una vez analizado un experimento se pide desmontar el dispositivo antes de cambiar de experimento. En cada espacio se colocan materiales suficientes y una tarjeta con indicaciones de cómo montar el experimento (esto incluye dibujos). Cada indicación debe ser entendida con claridad por lo que a veces es necesario preguntar al equipo e, incluso, es mejor pedir que alguno de los integrantes describa lo que se debe hacer.

Los experimentos a desarrollar son:

- a) El experimento de la harina o arena, que consiste en colocar una barra de metal de aproximadamente 7 cm. de largo por 2 cm. de ancho en un recipiente que contiene una superficie lisa de harina o arena. La barra se colocará de forma horizontal y luego de forma vertical. Los estudiantes tienen que predecir primero lo que sucederá y luego realizar la operación, observar y explicar individualmente lo sucedido. Este experimento, aunque sencillo, es útil ya que al realizarlo demuestra que se aplica una misma fuerza sobre diferente superficie y que depende de la última, la señal registrada en la harina o la arena, por lo que puede ayudar en la modificación de la idea previa de que presión y fuerza son sinónimos. Cabe mencionar, que también podemos utilizar otros objetos como una manzana o una pila de 9 voltios.
- b) El experimento del agua en un vaso tapado con cartulina, que consiste en tener un vaso con agua, colocar un trozo de papel o cartulina sobre él y voltearlo. Con este experimento los alumnos pueden observar que la presión es la misma en todas direcciones lo que contribuye a modificar la idea de que la presión en aire o en agua no es la misma en todas las direcciones.
- c) El experimento de meter un huevo duro en un recipiente de boca estrecha, que consiste en introducir un huevo cocido en una botella de vidrio al que se le ha introducido, previamente, una servilleta encendida. Esta última actividad hace reflexionar a los estudiantes acerca de los factores que influyen en el experimento como la temperatura, la presión atmosférica, la presión del aire dentro del recipiente, etc. que les permite llegar a explicaciones que más adelante serán discutidas en el grupo. En este momento los estudiantes están motivados e intrigados así que tienen el ánimo de continuar con el tour de experimentos.
- d) El experimento de la lata comprimida, en el cual se pone un poco de agua en una lata de refresco vacía y se calienta hasta que produce vapor; en ese momento se introduce la lata boca abajo en agua con hielo.

Una vez que todos los integrantes de cada equipo terminan de escribir sus explicaciones se les pide que lean a sus compañeros sus predicciones de manera respetuosa (en este momento los estudiantes se dan cuenta de las diferentes predicciones, lo que pone en evidencia las ideas previas que son emitidas a partir de sus experiencias y conocimientos previos).

Después se leen las observaciones y explicaciones de cada estudiante, aquí es importante alentar la discusión de los estudiantes para que entre todos den una explicación al fenómeno observado. En esta fase se da la negociación de significados, por eso es importante que los profesores estén conscientes de que se requiere tiempo para la reflexión y clarificación de ideas; si se necesita más tiempo para terminar las actividades programadas en la primera sesión se recomienda utilizar una segunda sesión.

Posteriormente, se solicita a los alumnos que para la siguiente sesión elaboren carteles explicando cada experimento, por lo que se les invita a aprovechar las habilidades de todos los compañeros del equipo, ya que algunos serán hábiles para los dibujos, otros para redactar los párrafos que se incluirán, etc. Para terminar esta sesión, se pide a los estudiantes escribir un diario de clase (Sanmartí, 2002) que es una actividad de regulación que consiste en hacer un resumen de todo lo que aprendieron ese día, cómo lo aprendieron y qué no han entendido. Este tipo de actividad fomenta la reflexión personal acerca de los temas presentados en la sesión y es muy útil para el profesor porque le permite conocer el desarrollo de las ideas de los estudiantes.

Segunda sesión. Los estudiantes exponen al resto del grupo su cartel, y se permite la discusión y negociación de significados para cada uno de los experimentos pero ahora para todos los integrantes del grupo de laboratorio. En esta parte, el profesor estimula la discusión y el análisis de las ideas entre los estudiantes por lo que debe evitar emitir juicios negativos hacia algunas ideas (recordemos que las ideas previas son difíciles de cambiar), pero si en la discusión hay respeto hacia las ideas de los otros, y se permite la negociación, seguramente también habrá intercambio, clarificación y modificación de puntos de vista. Se recomienda que el profesor: i) evite hacer preguntas cerradas; ii) trate de no interrumpir o parafrasear los comentarios de los estudiantes; iii) agradezca todas las contribuciones; y iv) dé tiempo para que estructu-

ren y emitan sus dudas. A veces los estudiantes utilizan lenguaje impreciso por lo que se les debe pedir que aclaren el significado de sus palabras. Para finalizar esta nueva sesión se les pide que continúen con la redacción del diario de clase.

Tercera sesión. Se le proporciona a cada equipo de estudiantes un manómetro de columna en U de rama abierta, conectado a una jeringa que contiene aire y, además, se les da una regla. Se les pide realicen por equipo tres mediciones de expansión y tres de compresión del gas y reporten la presión del sistema. Aquí es donde los estudiantes aplican lo visto en las sesiones anteriores y llegan, mediante el diálogo a entender el instrumento. Los profesores debemos estar atentos porque surgen muchas dudas que nos ayudarán a dirigir la discusión de cada equipo hacia el objetivo de entender el uso adecuado del manómetro.

Hay que dar tiempo suficiente para que todos los equipos busquen el camino, cuando empiezan a surgir las ideas correctas hay que pedir que elaboren una explicación para todos los compañeros del grupo y una vez que todos han avanzado y existen dos o tres equipos que llegaron a la explicación correcta, exponen y explican ellos al grupo los resultados de su trabajo, para llevar a cabo una nueva puesta en común procurando que las dudas sean expuestas y que ellos mismos las aclaren.

CONCLUSIONES

De aplicar nuestra propuesta, esperamos que la mayoría de los estudiantes de nivel superior puedan entender el funcionamiento del manómetro de columna en U abierto si previamente les proporcionamos materiales y equipo sencillo para que realicen, discutan y reflexionen sobre experimentos relacionados al concepto presión a partir de sus predicciones, observaciones y explicaciones, promoviendo una discusión en un ambiente de seguridad, confianza y respeto que los lleve a valorar las ideas de los compañeros y a modificar sus propias ideas para llegar a explicaciones más completas. Esperamos corroborar además que la estrategia de POE ayuda a desarrollar habilidades de indagación.

Agradecimientos

Agradecemos a la Q. Leticia Cervantes Espinosa y a la Lic. Rosa María Arredondo Rivera la revisión exhaustiva realizada al presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECERRIL, J., CERVANTES, L., SÁNCHEZ, G., TORRES, A. y TREJO, L.M. (2002). El concepto de presión. Dificultades para su aprendizaje y propuesta de enseñanza. *Memorias del XVII Congreso Nacional de Termodinámica* pp. 620-628 México, D.F: Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.
- CHAMIZO, J.A. (1997) Evaluación de los aprendizajes. Tercera parte: POE, autoevaluación, evaluación en grupo y diagramas de Venn *Educación Química* Vol. 8 (3) pp 141-145.
- DRIVER, R., SQUIRES, A., RUSHWORTH, P. y WOOD-ROBINSON, V. (1994). *Making Sense of Secondary Science. Support Materials for Teachers*. pp. 343-344. London: Routledge.
- FASSOULOPOULOS, G., KARIOTOGLOU, P. y KOUMARAS, P. (2003). Consistent and inconsistent pupils' reasoning about intensive quantities: The case of density and pressure, *Research in Science Education* 33 (1) pp 71-87.
- SANMARTI, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria*. Madrid: Síntesis.