

**EJE TEMÁTICO:** Enseñanza de Química y su articulación con el nivel medio.

## **EL ESTADO GASEOSO: PROPIEDADES DE LOS GASES**

**Juana Salas\*, Nahir Ruiz Pereyra, Martin Taccone, Nicolás Arisnabarreta, Matias Berasategui, Fabio E. Malanca**

*Departamento de Fisicoquímica, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba.*  
E-mail: juanasalas92@hotmail.com

El presente trabajo brinda una propuesta didáctica para la enseñanza de las propiedades de los gases empleando experimentos sencillos y de contenido adecuado para estudiantes de nivel secundario. Las actividades formaron parte del proyecto “Enlazados por la Química”, en el marco del Programa de Articulación de la Facultad de Ciencias Químicas (Universidad Nacional de Córdoba) con Escuelas.

**PALABRAS CLAVES:** Gases, Experimentos, Nivel Medio, Articulación Escuela – Universidad.

### **INTRODUCCIÓN**

La Química es una ciencia experimental, y por lo tanto su enseñanza requiere acompañar la teoría con la práctica. Por otra parte, el desarrollo de actividades experimentales permite a los estudiantes comprobar por propia mano los contenidos presentados. Sin embargo, la enseñanza del estado gaseoso, suele ser abordada con escasa práctica en algunas escuelas secundarias, o con actividades que sólo se enfocan en mostrar las diferencias entre los distintos estados de la materia desde el punto de vista macroscópico.

Este trabajo presenta una serie de actividades con un enfoque diferente que va más allá de mostrar las diferencias entre los distintos estados de agregación de la materia, y pone particular énfasis en la determinación de las propiedades de los gases (color, densidad, comportamiento frente a cambios de temperatura, presión y volumen), la deducción de la ley de los gases ideales y la formación de gases a partir de reacciones químicas.

Las actividades presentadas fueron llevadas como parte de la actividad “El estado gaseoso. Propiedades de los gases” del Proyecto “Enlazados por la Química” en el marco del Programa de Articulación de la Facultad de Ciencias Químicas (Universidad Nacional de Córdoba) con Escuelas. Participaron en su diseño y desarrollo docentes de esta institución, y a la misma asistieron estudiantes secundarios del sexto año del Instituto Educativo Nuevo Milenio (Unquillo) y del cuarto año del Instituto Nuestra Señora del Sagrado Corazón (Córdoba). Se presentan además los resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes con el fin de evaluar la presente propuesta.

### **OBJETIVOS**

\*Realizar experimentos que permitan visualizar las propiedades de los gases (color, densidad, variaciones de presión y volumen con la temperatura, y de volumen con la presión).

\*Deducir la ecuación de gases ideales a partir de experimentos.

\*Realizar reacciones químicas que dan lugar a la formación de gases.

### **DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES**

Para realizar las actividades se presentó una guía a los estudiantes que contenía un breve marco teórico de cada experimento, los materiales empleados, el procedimiento que debían realizar y una serie de preguntas.

La guía consta de experimentos que se inician con la indagación de los conceptos previos de los estudiantes sobre las propiedades de los gases, sigue con la observación directa del color de los gases, y la realización de experimentos para visualizar otras propiedades -densidad, variación del volumen y presión con la temperatura y variación de la presión con el volumen-, hasta deducir la ecuación de gases ideales empleando los resultados obtenidos. Se presenta además la obtención de gases mediante reacciones químicas, y finalmente se integran los contenidos en un experimento donde se identifica claramente el reactivo en exceso y el reactivo limitante.

Las actividades están planteadas de forma tal de indagar a cada paso qué conclusión permite obtener el experimento en cada etapa de su realización hasta llegar a una conclusión final que integra todos los resultados obtenidos. Las actividades propuestas son de bajo costo y los elementos para su realización son de fácil acceso. A continuación se brinda una breve descripción de los experimentos y los logros que permiten alcanzar.

**Color de los gases.** Se presentaron ampollas de vidrio transparentes selladas que en su interior contenían  $\text{NO}_{2(g)}$ ,  $\text{Cl}_{2(g)}$ ,  $\text{O}_{2(g)}$ ,  $\text{I}_{2(s)}$  y  $\text{Br}_{2(l)}$ . Así el estudiante pudo observar el color de estos compuestos que eran gases a temperatura ambiente, y del  $\text{Br}_{2(g)}$  en equilibrio con  $\text{Br}_{2(l)}$ . Posteriormente, por calentamiento se sublimó el yodo contenido en una ampolla, lo cual permitió observar la coloración del  $\text{I}_{2(g)}$  sin riesgos para la salud. Esto permitió mostrar que no todos los gases son incoloros y discutir cuál podría ser la concentración de gases coloreados en la atmósfera. Con estudiantes más avanzados se aprovechó la actividad para comparar las diferencias de los estados de agregación de los halógenos a temperatura ambiente, y buscar una explicación a esto.

**Densidad de los gases.** Se inflaron tres globos: uno con aire y los otros dos con diferentes volúmenes de helio de modo que solo uno de los globos se elevara. Se analizó el comportamiento de los globos en función de su contenido, de la densidad de los gases, y del peso propio de los globos.

**Variación de la presión con la temperatura.** Se empleó un manómetro construido empleando un tubo en U, conectado a un frasco con tapa. Se colocó el frasco en un recipiente con agua fría y se observó como se modificaron las ramas del manómetro, y posteriormente se repitió el procedimiento empleando agua caliente. El agua fría disminuye la temperatura del gas en el frasco, y consecuentemente la presión en su interior, lo cual modifica la altura de las ramas del manómetro. Cuando se coloca el recipiente en agua caliente, la temperatura del gas en el frasco aumenta, y consecuentemente la expansión del gas modifica la altura de las ramas del manómetro.

**Cambio de volumen con la temperatura.** Para visualizar el cambio de volumen, se cargó con aire una jeringa de plástico hasta la mitad de su volumen, y se selló su extremo a la llama. Posteriormente, se colocó la jeringa en un recipiente que contenía agua caliente lo que produjo que el émbolo se desplazara, debido al aumento del volumen del gas en el interior. Lo contrario ocurre al colocar la jeringa en un baño con hielo, las bajas temperaturas ocasionan la disminución del volumen del gas en el interior comprimiendo el émbolo de la jeringa.

**Cambio de volumen con la presión.** La relación existente entre estas variables se analizó empleando un dispositivo consistente en una jeringa sellada en su extremo, conteniendo en su interior una bombucha inflada. A medida que se empuja el émbolo aumentando la presión dentro de la jeringa, el tamaño de la bombucha en el interior disminuye, y viceversa.

Complementariamente, se emplearon una balanza de aguja y una jeringa sellada en su extremo para corroborar la relación entre presión y volumen. Se colocó el émbolo de la jeringa contra el plato de la balanza, se lo comprimió hasta que la aguja de la balanza marcara un valor determinado y se registró

el volumen de la jeringa. Este procedimiento se repitió varias veces. Se confeccionó una tabla y se analizó la variación entre presión y volumen.

**Verificación de la ley de gases ideales.** A partir de las tres últimas actividades se discutió el comportamiento de los gases al modificar la presión, el volumen y la temperatura; y se verificó la ecuación de los gases ideales. Esto permitió que los estudiantes pudiesen acceder de primera mano a las ecuaciones que describen el comportamiento de los gases ideales, lo cual facilita notablemente la comprensión de las mismas y la aplicación a problemas sencillos sin recurrir a la necesidad de memorizarlas.

Finalmente se analizó lo que ocurre a nivel molecular cuando se modifican el volumen, la temperatura o la presión de los gases, empleando un programa de animación.

**Reacciones químicas que generan gases.** Los gases se pueden obtener por medio de transformaciones físicas, por ejemplo evaporando agua u otro solvente, o sublimando un sólido, por ejemplo yodo. Pero, ¿es esa la única vía para obtener un gas?

En esta actividad se presentaron reacciones químicas que generan gases, tales como la reacción entre magnesio y ácido clorhídrico que conduce a la formación de hidrógeno, la reacción entre cobre y ácido nítrico que lleva a la formación de dióxido de nitrógeno, la reacción entre permanganato de potasio y agua oxigenada en medio ácido que conduce a la formación de oxígeno, y la reacción entre ácido acético y bicarbonato de sodio que conduce a la formación de dióxido de carbono.

**Actividad integradora.** Se entregó a cada grupo de estudiantes un globo que contenía una masa conocida de bicarbonato de sodio, el cual se conectó a un tubo de ensayo que contenía un volumen de vinagre diferente comprendido entre 1 y 10 mL. Luego se mezcló el contenido del tubo con el del globo permitiendo que ocurra la reacción entre el bicarbonato de sodio y el ácido acético contenido en el vinagre, y que el globo se infle con el producto de la reacción.

Al finalizar la reacción, se midió el perímetro de cada globo y se compararon los valores obtenidos por cada grupo. Se confeccionó una tabla empleando los volúmenes de vinagre agregados y los perímetros de los globos. A partir de esto se pudo observar que el perímetro se incrementa a medida que el volumen de vinagre agregado aumenta, hasta que la cantidad de bicarbonato de sodio comienza a ser limitante y el agregado de vinagre no modifica el perímetro.

## EVALUACIÓN

Terminadas las experiencias, se realizó una encuesta a los estudiantes (85 en total) con el objetivo de evaluar si las actividades desarrolladas habían tenido buena aceptación, y si les habían permitido comprender los conceptos presentados.

La Figura I muestra los resultados obtenidos. Se puede observar claramente que:

- La mayoría de los estudiantes (96 %) consideró que el tema de la actividad es interesante o muy interesante.
- El nivel de los contenidos abordados fueron adecuados (76 %).
- Los experimentos realizados fueron excelentes o muy buenos (97 %).
- La profundidad de las explicaciones fue excelente o adecuada (100 %).
- Los estudiantes pudieron entender todo o mucho de la actividad (83 %).

Resultados actividad "El estado gaseoso. Propiedades de los gases". 85 alumnos encuestados																							
<p>Considera que el tema de la actividad es...</p> <table border="1"> <tr><td>Muy interesante</td><td>38</td></tr> <tr><td>Interesante</td><td>58</td></tr> <tr><td>Medio interesante</td><td>5</td></tr> <tr><td>Poco interesante</td><td>0</td></tr> <tr><td>Irrelevante</td><td>0</td></tr> </table>	Muy interesante	38	Interesante	58	Medio interesante	5	Poco interesante	0	Irrelevante	0	<p>Considera que los contenidos tratados en la actividad fueron...</p> <table border="1"> <tr><td>Muy elevados</td><td>3</td></tr> <tr><td>Elevados</td><td>21</td></tr> <tr><td>Adecuados</td><td>76</td></tr> <tr><td>Muy bajos</td><td>0</td></tr> <tr><td>Bajos</td><td>0</td></tr> </table>	Muy elevados	3	Elevados	21	Adecuados	76	Muy bajos	0	Bajos	0		
Muy interesante	38																						
Interesante	58																						
Medio interesante	5																						
Poco interesante	0																						
Irrelevante	0																						
Muy elevados	3																						
Elevados	21																						
Adecuados	76																						
Muy bajos	0																						
Bajos	0																						
<p>Considera que los experimentos fueron...</p> <table border="1"> <tr><td>Excelentes</td><td>48</td></tr> <tr><td>Muy buenos</td><td>49</td></tr> <tr><td>Buenos</td><td>3</td></tr> <tr><td>Regular</td><td>0</td></tr> <tr><td>Malos</td><td>0</td></tr> </table>	Excelentes	48	Muy buenos	49	Buenos	3	Regular	0	Malos	0	<p>La distribución del tiempo para el desarrollo de la actividad fue...</p> <table border="1"> <tr><td>Excelente</td><td>25</td></tr> <tr><td>Muy buena</td><td>56</td></tr> <tr><td>Buena</td><td>19</td></tr> <tr><td>Regular</td><td>0</td></tr> <tr><td>Mala</td><td>0</td></tr> </table>	Excelente	25	Muy buena	56	Buena	19	Regular	0	Mala	0		
Excelentes	48																						
Muy buenos	49																						
Buenos	3																						
Regular	0																						
Malos	0																						
Excelente	25																						
Muy buena	56																						
Buena	19																						
Regular	0																						
Mala	0																						
<p>Las explicaciones de los docentes fueron...</p> <table border="1"> <tr><td>Excelentes</td><td>37</td></tr> <tr><td>Muy claras</td><td>52</td></tr> <tr><td>Claras</td><td>11</td></tr> <tr><td>Confusas</td><td>0</td></tr> <tr><td>Un desastre</td><td>0</td></tr> </table>	Excelentes	37	Muy claras	52	Claras	11	Confusas	0	Un desastre	0	<p>La profundidad de las explicaciones fue...</p> <table border="1"> <tr><td>Excelente</td><td>64</td></tr> <tr><td>Adecuada</td><td>36</td></tr> <tr><td>Demasiada</td><td>0</td></tr> </table>	Excelente	64	Adecuada	36	Demasiada	0						
Excelentes	37																						
Muy claras	52																						
Claras	11																						
Confusas	0																						
Un desastre	0																						
Excelente	64																						
Adecuada	36																						
Demasiada	0																						
<p>La predisposición de los docentes de la Facultad para responder consultas fue...</p> <table border="1"> <tr><td>Excelente</td><td>43</td></tr> <tr><td>Muy buena</td><td>55</td></tr> <tr><td>Buena</td><td>2</td></tr> <tr><td>Regular</td><td>0</td></tr> <tr><td>Mala</td><td>0</td></tr> </table>	Excelente	43	Muy buena	55	Buena	2	Regular	0	Mala	0	<p>¿Cuánto pudo entender de lo que se hizo y explicó en clase?</p> <table border="1"> <tr><td>Todo</td><td>30</td></tr> <tr><td>Mucho</td><td>53</td></tr> <tr><td>Algo</td><td>16</td></tr> <tr><td>Muy poco</td><td>0</td></tr> <tr><td>Casi nada</td><td>0</td></tr> <tr><td>Nada</td><td>0</td></tr> </table>	Todo	30	Mucho	53	Algo	16	Muy poco	0	Casi nada	0	Nada	0
Excelente	43																						
Muy buena	55																						
Buena	2																						
Regular	0																						
Mala	0																						
Todo	30																						
Mucho	53																						
Algo	16																						
Muy poco	0																						
Casi nada	0																						
Nada	0																						

Figura 1: Encuesta realizada a los alumnos de las escuelas participantes de la actividad

## **CONCLUSIONES**

Los resultados de las encuestas indican que la mayoría de los estudiantes comprendieron las propiedades de los gases analizadas, y que éstos pueden obtenerse tanto a través de transformaciones físicas como de reacciones químicas. Los estudiantes, al observar las variaciones que sufren los gases con la presión, volumen y temperatura, incorporaron con mayor facilidad las relaciones que existen entre ellas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Las actividades presentadas no podrían haber sido realizado sin el financiamiento al proyecto “Enlazados por la Química” a través del Programa de Articulación de la Facultad de Ciencias Químicas (UNC) con Escuelas, y sin el apoyo de las Escuelas que forman parte de este proyecto.