

Diseño de una secuencia didáctica de los gases ideales para el fortalecimiento de habilidades en los estudiantes del colegio EOH

Design of a Didactic Sequence of the Ideal Gas Laws to Strengthen the Knowledge and Skills of EOH School Students

Daniela Zaldúa Gómez¹

Sonia Torres Garzón²

Brigit Nieto Nausa³

Cómo citar este artículo:

Zaldúa Gómez, D., Torres Garzón, S., Nieto Nausa, B. (2023). Diseño de una secuencia didáctica de los gases ideales para el fortalecimiento de habilidades en los estudiantes del colegio EOH. *Boletín P.P.D.Q*, (68), 47-45.

1 Docente en formación, Universidad Pedagógica Nacional. dazalduag@upn.edu.co

2 Asesora de práctica, Universidad Pedagógica Nacional. storres@pedagogica.edu.co

3 Docente titular I.E.D Colegio Enrique Olaya Herrera. Bnieto31@hotmail.com

Resumen

El presente artículo da cuenta sobre las actividades, hallazgos, experiencias y resultados encontrados durante el ejercicio de la práctica pedagógica I y II, realizada en el colegio Enrique Olaya Herrera IED con los estudiantes del curso 1106 jornada mañana, mediante el diseño de una secuencia didáctica sobre la temática de los gases ideales, con miras a fortalecer conocimientos y habilidades como la interpretación, análisis, aplicación en contexto, resolución de problemas, uso y aprovechamiento de las herramientas tecnológicas, conversión de unidades e identificación y despeje de variables. La secuencia didáctica se desarrolló mediante III fases; en la fase I se aplicó la prueba diagnóstica con el fin de identificar fortalezas, debilidades y aplicaciones en la vida cotidiana. En la fase II se implementó la secuencia didáctica, por lo tanto se explicó propiedades físicas y químicas de los gases, se dio a conocer las leyes que los rigen como la ley de Boyle, Charles, Gay Lussac y Avogadro, además se complementó la interpretación y el análisis con el simulador de pHET colorado, donde los estudiantes usaron esta herramienta tecnológica, también se realizó un experimento de laboratorio a través de bombas y botellas plásticas para mostrar los efectos de las variables de presión, volumen y temperatura, es pertinente mencionar que además se resolvieron preguntas tipo ICfes con el propósito de preparar a los estudiantes en la aplicación de esta prueba del presente año. Se desarrollaron ejercicios desde aprendizaje basado en problemas (ABP), aplicando las leyes de los gases, potencializando la interpretación y análisis de resultados. En la fase III se realizó la prueba final que evalúa los contenidos de la unidad temática, la cual evidenció un proceso de avance en la interpretación, comprensión y análisis de los gases ideales. Los estudiantes presentaron interés, argumentación y análisis con el uso de estas alternativas didácticas, como el simulador y el experimento de laboratorio, ofreciendo una perspectiva diferente de la química tradicional que los estudiantes han venido asociando como aburrida y difícil. La resolución de ejercicios basados en problemas les permitió a los estudiantes identificar unidades de las variables, equivalencias y conversiones de las unidades de presión, volumen y temperatura, así mismo reforzar los despejes de ecuaciones, el experimento y simulador generó debate y argumentación desde el comportamiento de un gas ideal y el porqué de la relación entre las variables ya sea de forma directa o inversamente proporcional de acuerdo con la ley del gas ideal.

Palabras Clave

Variables; comportamiento; experimento; simulador; comprensión; ABP

Abstract

This article reports on the activities, findings, experiences and results obtained during Pedagogical Practice I and II, carried out at the Enrique Olaya Herrera Public School with students from class 1106 in the morning session. A didactic sequence on the topic of ideal gases was designed with the aim of strengthening knowledge and skills such as interpretation, analysis, contextual application, problem-solving, use and utilization of technological tools, unit conversion, and identification and isolation of variables. The didactic sequence was developed in three phases. In Phase I, a diagnostic test was applied to identify strengths, weaknesses, and everyday applications. In phase II, the didactic sequence was implemented, explaining the physical and chemical properties of gases and introducing the governing laws such as Boyle's, Charles's, Gay-Lussac's, and Avogadro's laws. Interpretation and analysis were supplemented with the phET Colorado simulator, which students used as a technological tool. A laboratory experiment using balloons and plastic bottles demonstrated the effects of pressure, volume, and temperature variables. Additionally, ICFT-type questions were developed to prepare students for this year's test. Problem-based

learning (PBL) exercises were developed to apply the gas laws, enhancing the interpretation and analysis of results. In phase III, the final evaluated the thematic unit's content, showing progress in the interpretation, understanding, and analysis of ideal gases. Students showed interest, argumentation, and analysis using these didactic alternatives, such as the simulator and laboratory experiment, offering a different perspective different from the traditional chemistry, which students have been associating as boring and difficult. Problem-based exercises allowed the students to identify variable units, equivalences, and unit conversions of pressure, volume and temperature, as well as reinforce equation solving. The experiment and simulator generated debate and argumentation about the behavior of an ideal gas and the direct or inverse proportionality relationships between the variables according to the ideal gas law.

Keywords

variables; behavior; experiment; simulator; comprehension; Problem-based learning

Objetivos

General

Diseñar una secuencia didáctica acerca de los gases ideales para el fortalecimiento de conocimientos y habilidades de los estudiantes del colegio Enrique Olaya Herrera.

Específicos

- Realizar una prueba diagnóstica para la identificación de fortalezas y debilidades sobre la comprensión de los gases ideales.
- Implementar la secuencia didáctica con una serie ordenada de actividades que permitan la conexión entre conceptos, interpretación y resolución de problemas.
- Evaluar las actividades de la secuencia didáctica con el fin de evidenciar un progreso en la comprensión de los gases ideales.

Introducción

El colegio Enrique Olaya Herrera está ubicado en la localidad Rafael Uribe Uribe, en el sur de Bogotá. Es un colegio de carácter distrital y mixto con jornada mañana y tarde, su modelo pedagógico es constructivista social y cuenta con cinco multicampus los cuales son: voces y letras, lenguas extranjeras, ingenio y creatividad, música, corporeidad y motricidad. El interés de los estudiantes colombianos por las ciencias naturales ha disminuido a más de la mitad según la investigación de Yemail de Colciencias, siendo una situación preocupante para el desarrollo del país. Es necesario preguntarse qué modelos y recursos didácticos se han estado implementando en el aula de clases para hacer del aprendizaje un ambiente de interés y motivación, además de las apuestas de los profesores

en formación para aumentar el interés por las ciencias naturales y, en particular, por la química. Teniendo en cuenta que la secuencia didáctica es una herramienta pedagógica en la construcción de habilidades, que permite una clase dinámica y motivadora, ofreciendo otra perspectiva diferente a la del modelo tradicional de enseñanza, en este sentido, ¿cómo una secuencia didáctica ayuda a fortalecer habilidades de comprensión e interpretación en la resolución de problemas de los gases ideales? A través de una secuencia de actividades que se relacionan entre sí, desde la construcción de conceptos, aplicaciones y experimentos.

De acuerdo con Díaz Barriga (2013), la secuencia didáctica es una tarea importante para organizar situaciones de aprendizaje, debe ser pensada como un conjunto o secuencias de clases, y establecer los objetivos de aprendizaje, tiempo y evaluación. Esta tiene como estructura base una introducción, un desarrollo y un cierre. Las actividades deben tener relación entre sí, ser significativas y motivadoras dándole sentido a lo que el estudiante aprende. Barajas (2010) realizó una investigación de tipo cuantitativa en el estado de Sonora en México, cuyo objetivo principal fue medir el impacto que tiene la secuencia en el desempeño académico de 468 estudiantes, con un modelo educativo enfocado en el aprendizaje y las competencias de los estudiantes; uno de los pilares de su modelo fue la secuencia

para la construcción de competencias. Los resultados demuestran que el 84% de los estudiantes no utilizaron una secuencia didáctica en la preparatoria, pero un 97% la utilizó durante el semestre académico, es decir, relacionándolo en el contexto colombiano. Los estudiantes de bachillerato no usan secuencias didácticas pero en la universidad sí las pueden utilizar, esto refleja la importancia de implementarlas desde el colegio, otros de los resultados de la investigación referencia que un 93% considera la secuencia didáctica como una herramienta de apoyo y el 87% recomienda su uso. En cuanto a la evaluación, se destaca que los estudiantes aumentaron significativamente de la preparatoria a la universidad, de 8,3 a 8,9. Con base en la investigación y los hallazgos encontrados, se puede inferir la importancia de implementar secuencias didácticas para ayudar a la comprensión de las temáticas, así mismo como el cumplimiento y orden de las actividades, deben estar relacionadas con un contexto cotidiano y con información asequible. Tarapuez (2020) realizó un trabajo con una metodología de tipo cualitativa, cuyo objetivo principal fue diseñar una propuesta didáctica para la enseñanza de los fundamentos teóricos de las leyes de los gases. A través del aprendizaje basado en problemas, el autor identificó algunos problemas como la memorización de conceptos y ecuaciones matemáticas de las leyes de los gases, en donde los estudiantes dejan a un lado la interpretación y el ejercicio se vuelve

algo mecánico de reemplazar datos en las ecuaciones, además, hay dificultades con el lenguaje químico y algunas nociones matemáticas como despeje de variables y conversión de unidades. De acuerdo con la investigación, la secuencia didáctica permite el diseño de actividades que dan respuesta a las falencias detectadas de manera efectiva en el aprendizaje de los fundamentos teóricos de las leyes de los gases, la investigación concluyó que hubo comprensión del procedimiento químico, matemático y conceptual. Se destacó un ambiente de aprendizaje activo, los estudiantes de décimo mostraron mayor autonomía y responsabilidad, el trabajo en equipo se fortaleció y la convivencia.

De otro lado, el ABP es una estrategia enseñanza-aprendizaje, tuvo sus primeras aplicaciones en EEUU y Canadá, con el objetivo de mejorar la calidad de la educación para dar otra mirada al currículum por uno más organizado e integrado con problemas de la vida real, dado que la didáctica apoya los procesos pedagógicos, siendo el aprendizaje basado en problemas una técnica didáctica fundamentada en la presentación de un problema, identificación de la necesidad del aprendizaje y búsqueda de la información necesaria. Además, con este recurso se evidencia la experiencia en el aprendizaje, puesto que los estudiantes realizan un recorrido desde el planteamiento del problema hasta la solución, haciendo el trabajo de forma colaborativa para practicar y desarrollar habilidades.

Los gases ideales son gases teóricos que se asemejan al comportamiento de un gas real a presiones bajas y temperaturas altas, un gas se considera ideal bajo condiciones normales de 1 atm de presión y una temperatura de 273,15 K, en el que las partículas no reaccionan entre sí, pero tienen movimientos aleatorios, choques elásticos, no tienen forma definida y generan presión sobre las paredes del recipiente que lo contienen. Igualmente, su comportamiento depende de las variables de presión, volumen y temperatura, las cuales son regidas bajo las siguientes leyes de los gases ideales. Robert Boyle relacionó la presión y el volumen, siendo estos inversamente proporcionales; Charles relacionó la temperatura y el volumen, los cuales son directamente proporcionales; Gay Lussac relacionó la temperatura y la presión, determinando que son directamente proporcionales; Dalton estableció que la suma de las presiones parciales de cada gas es la presión total; Avogadro descubrió que volúmenes iguales de distintas sustancias en las mismas condiciones de presión y temperatura contiene el mismo número de moles. Con base en los aportes realizados por los científicos, se consolidó la ley combinada de los gases ideales $PV = nRT$ que explica el comportamiento y las propiedades de estos.

Metodología

La secuencia didáctica fue desarrollada con estudiantes de entre 15 y 18 años, del grado 1106. Participaron entre 29 y

33 estudiantes bajo una metodología de tipo cualitativa-argumentativa, la cual se realizó en cinco fases con una duración de cuatro sesiones en dos semanas, mediante un aprendizaje colaborativo, en contexto y basado en problemas. Los datos fueron tratados con un análisis comparativo con el objetivo de evidenciar un progreso y fortalecimiento en la temática de los gases ideales.

Fase I: Elaboración e implementación de la prueba diagnóstica

Se realizó una prueba diagnóstica con el fin de identificar fortalezas y debilidades de los estudiantes (anexo 1), lo cual permitió reconocer conceptos previos y dificultades. La prueba diagnóstica tuvo un total de nueve preguntas de selección múltiple y 1 pregunta abierta. De manera general se hizo hincapié en cuestiones que consideran el comportamiento, características, diferencias, leyes, aplicaciones en la vida cotidiana e interpretación de variables.

Fase II: Aprendizaje basado en problemas

Durante esta fase, se explicaron las características, comportamientos y propiedades de los gases ideales, aclarando y corrigiendo errores conceptuales para posteriormente resolver ejercicios basados en problemas. Con el objetivo de fortalecer la interpretación y despeje de ecuaciones, se abordaron las leyes de Boyle, Charles, Avogadro y la ley combinada de los gases ideales haciendo énfasis en la interpretación de los resultados. Dado que los estudiantes presentarán la prueba ICFES, se resolvieron problemas con preguntas tipo

ICFES, las cuales incluían análisis de gráficas y uso de las leyes de los gases.

Fase III: Uso del simulador PhET colorado

Para hacer del aprendizaje un proceso interactivo y dinámico, se utilizó el simulador de PhET colorado con la introducción y propiedades de los gases, con el fin de que los estudiantes reconocieran las variables de presión, volumen y temperatura, identificando las variables que cambian y la variable constante. Además, evidenciaron la difusión y los choques de las moléculas del gas. Por otra parte, se dio a conocer el manejo del simulador, los estudiantes tuvieron un acercamiento y uso del simulador, en el que debían identificar la ley del gas que se estaba trabajando y por qué cambiaban las variables, ya sea la presión, el volumen o la temperatura.

Fase IV: Experimento de laboratorio

Durante el desarrollo de esta fase se necesitaron bombas, botellas plásticas, agua caliente y fría, con la finalidad de que los estudiantes, de manera práctica y experimental, identificaran el comportamiento de los gases, acompañado de un análisis e interpretación de las variables presión, volumen y temperatura. Lo anterior hizo cuestionar y reflexionar a los estudiantes

sobre el porqué la bomba se expandía o se comprimía con el efecto de la temperatura, así mismo cuál era la variable constante y qué ley se estaba aplicando.

Fase V: Implementación de la prueba final

Se realizó una prueba final para identificar el fortalecimiento y las habilidades en la comprensión de la temática de los gases, la cual tuvo un total de 10 preguntas de selección múltiple con única respuesta, abordando características, propiedades, leyes, resolución de ejercicios y una perspectiva de los estudiantes hacia el simulador y el experimento realizado en función de si esas herramientas contribuyeron en su proceso de aprendizaje.

Resultados

De acuerdo con los datos obtenidos de la prueba diagnóstica, la prueba final, las interpretaciones, las argumentaciones, el uso del simulador y la pregunta abierta se obtuvieron los siguientes resultados.

Se recolectaron los siguientes datos en el desarrollo de la fase I con 9 preguntas de selección múltiple única respuesta y una pregunta abierta enfocada en las aplicaciones de la vida cotidiana.

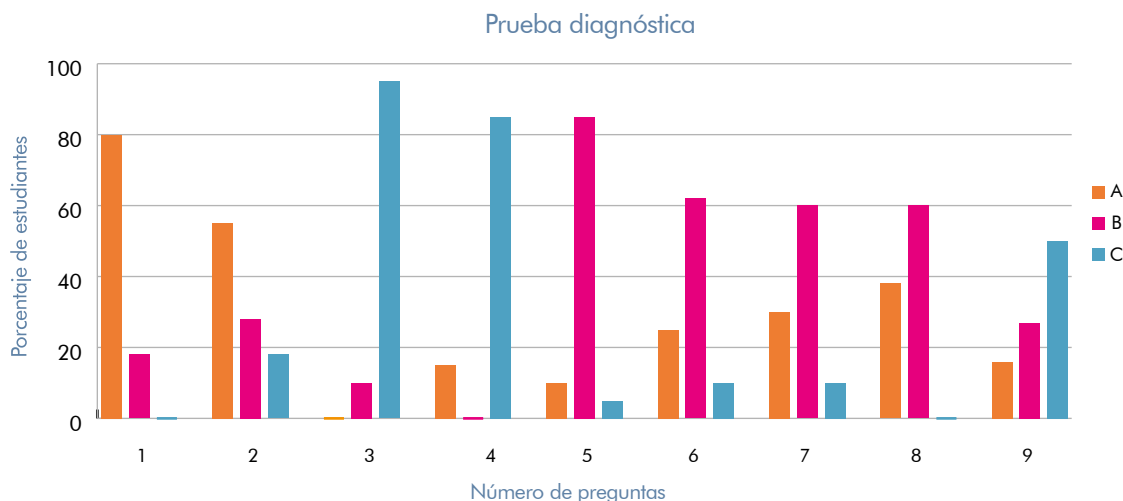


Figura 1. Prueba diagnóstica para la identificación de fortalezas y debilidades

Nota: resultados expresados en % de estudiantes por cada opción de respuesta seleccionada con una participación de 29 estudiantes en total.

Pregunta abierta número 10: La siguiente pregunta estuvo enfocada en mencionar dos ejemplos en los que están presentes los gases en la vida cotidiana y cómo se comportarían, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 1. Respuestas de los estudiantes de la pregunta abierta número 10

Estudiante	Respuesta
1	El gas de cocina y helio
2	Helio y gas
3	Helio y gas
4	Helio en globos
5	Nubes y gas propano
6	Vapor de agua hirviendo nubes
7	Vapor de agua metano
8	En las gaseosas, pinturas en aerosol
9	En las gaseosas, pinturas en aerosol
10	Helio al usarlo este se expande y es muy liviano, gas de una gaseosa se comporta como vacío

11	Helio y gases
12	Gas de cocina y helio
13	Bebidas o el gas de la cocina que utilizamos para cocinar
14	El gas natural con el que se cocina, un globo de helio y gaseosas
15	Gas propano y en las nubes del cielo
16	Helio y gas de cocina
17	Propano gas utilizado en la casa y helio gas para inflar globos
18	Gaseosas y agua con gas
19	Las nubes
20	co ₂ y H, el co ₂ no es pesado ni violento, el H es muy ligero, pero con otros elementos puede llegar a tener mucho volumen
21	Metano gas natural no se ve y gas metano si se ve
22	Metano gas natural no se ve y gas metano si se ve
23	Metano gas natural no se ve y gas metano si se ve
24	Metano gas natural no se ve y gas metano si se ve
25	Butano y propano mezcla de los dos y es de la casa, helio inflan globos
26	Dióxido de carbono
27	Propano carro y helio bombas
28	El helio se expanden sus moléculas haciendo perder densidad elevando un globo

Nota: información recolectada de la prueba diagnóstica con una participación de 28 estudiantes en total, acerca de la cotidianidad y comportamiento de los gases.

Durante la fase II, III y IV se explicaron las leyes y los conceptos, y se implementó el simulador y el experimento de laboratorio, cuyas actividades muestran mayor interés por parte de los estudiantes, participación y fortalecimiento en la interpretación y el análisis. Para la fase V se obtuvieron los siguientes resultados por medio de la prueba final:

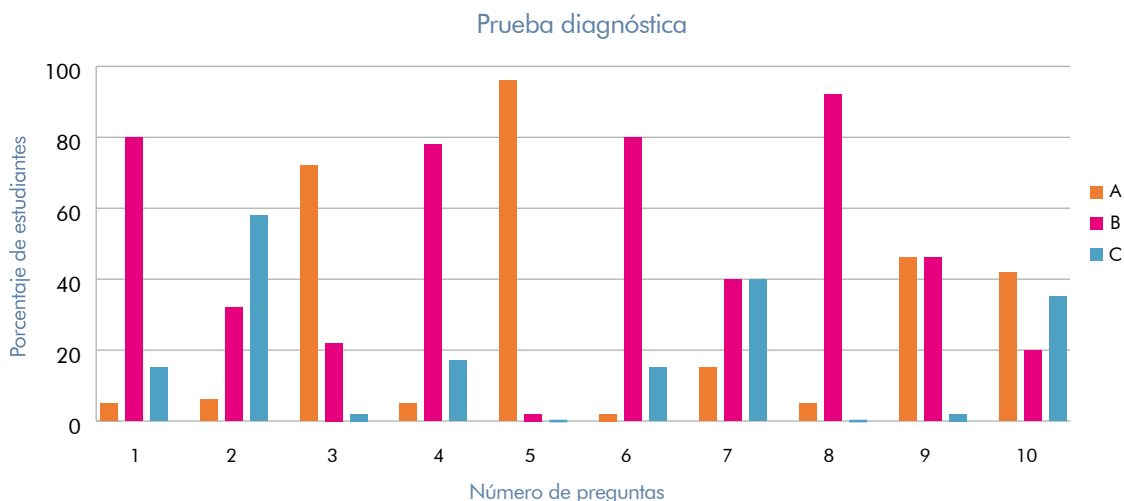


Figura 2. Prueba final que evidencia el progreso de fortalezas y habilidades en la comprensión de los gases

Nota: resultados expresados en % de estudiantes por cada opción de respuesta seleccionada con una participación total de 33 estudiantes.

Discusión

Con base en la prueba diagnóstica se identificó que el 83% de los estudiantes consideró importante aprender sobre el comportamiento de los gases, y a un 17% le pareció poco importante. El 55% reconoció de manera correcta el estado de la materia de los gases y la distribución de las moléculas, mientras que un 28% no conoce el estado de la materia ni el comportamiento de las moléculas. Además, un 17% estima que los gases no son afectados por la temperatura ni presión. La mayoría de los estudiantes comprende la diferencia entre un gas y un vapor, pues un 93% seleccionó de forma correcta y solo un 7% estuvo errado. El 90% identificó de manera correcta la imagen que corresponde al estado gaseoso y un 10% se equivocó, seleccionando la representación de un sólido. El 90% de los estudiantes no conoce las leyes de los gases, así mismo, solo un 7% las conoce y un 3% aseguró que los gases no tienen leyes. Cuando se presentó la comparación de las variables presión y volumen, un 66% reconoció que son inversamente proporcionales, el 28% estimó que son directamente proporcionales y un 7% no supo la respuesta. En la comparación de volumen y temperatura, un 62% obtuvo la respuesta correcta, el

31 % falló y un 7 % no supo la respuesta. Con el objetivo de reconocer si los estudiantes conocían la ley de Avogadro, se realizó una pregunta que relacionó 3 gases diferentes a una misma temperatura y presión, ocupando el mismo volumen. Entonces, el gas tendrá el mismo número de moléculas. De acuerdo con lo anterior, el 38 % acertó a la pregunta, mientras que un 62 % se equivocó. Las fuerzas intramoleculares de los gases son débiles, solo un 14 % de los estudiantes están seguros con esta afirmación, mientras que un 34 % se equivocó y un 52 % no supo la respuesta.

En el desarrollo de la explicación de los gases desde aprendizaje basado en problemas, uso del simulador y experimento de laboratorio, los estudiantes mostraron interés, participación, interpretación de resultados, además del uso y despeje de ecuaciones. El simulador y el experimento de laboratorio permitió comprobar la teoría de las leyes de los gases y adquirir destrezas en el manejo del simulador. La prueba final evidenció una mejoría en el fortalecimiento y habilidades en la comprensión de los gases ideales, el 82 % comprendió el comportamiento y las características de un gas, un 6 % emitió que las moléculas de los gases están juntas y sus fuerzas de atracción son fuertes y un 12 % aseguró que no son afectados por la temperatura y presión. El concepto de choque elástico fue entendido de manera correcta

por un 58 %, mientras que el 9 % lo consideró como un simple movimiento aleatorio y un 33 % estimó que los choques son fuertes debido a la energía, relacionando y complementando los conceptos de fuerzas intramoleculares, choques, presión y expansión. El 73 % estuvo de acuerdo con las 3 afirmaciones, las cuales son correctas, pero el 24 % solo estuvo de acuerdo con 2 afirmaciones y un 3 % emitió que todas las afirmaciones son falsas. La difusión de los gases fue entendida de manera correcta por un 76 %, el 15 % relacionó el concepto con la explosión de los gases y el 9 % interpretó que la difusión es el contacto entre moléculas. Por otra parte, en lo referente a la percepción de los estudiantes frente al uso de simuladores y experimentos de laboratorio como recursos didácticos que apoyan el aprendizaje, el 97 % estableció que sí son herramientas que contribuyen en su proceso de aprendizaje, mientras que el 3 % emitió que estas herramientas le causan confusión en la comprensión de la temática. Aplicando los ejercicios ABP con las leyes de los gases, el 82 % reconoció la ley de Boyle de manera correcta, el 15 % no supo la respuesta y el 3 % se equivocó. En el análisis de las proporciones entre la presión y el volumen, la respuesta estuvo dividida, un 42 % estimó que si se aplica una presión 4 veces mayor a la del estado inicial se disminuye a la cuarta parte el volumen, siendo esta afirmación correcta;

mientras que un 42 % estableció que el volumen aumentaba 4 veces, y un 15 % que se disminuía a la mitad. En la ley de Charles, el 94 % utilizó bien la fórmula y calculó el resultado de manera correcta, y un 6 % se equivocó. En la ley de Gay Lussac, el 48 % acertó y el 52 % falló en los cálculos. Cuando se planteó un ejercicio de presión y volumen, cambiando los estados iniciales de presión para mirar el efecto del volumen, el 33 % de los estudiantes obtuvo el cálculo de forma correcta mientras que el 67 % se equivocó.

Conclusiones

Se diseñó e implementó una secuencia didáctica sobre los gases ideales por medio de actividades que están distribuidas de manera ordenada y conectadas entre sí, lo cual permitió la implementación y evaluación de las pruebas, simulador, ejercicios desde ABP y experimento de laboratorio. En este sentido, la secuencia didáctica mejoró y fortaleció habilidades de aprendizaje en la comprensión e interpretación de los estudiantes.

Inicialmente, solo el 28 % de los estudiantes tuvo claras las características de los gases respecto al estado de la materia, choques elásticos y la distribución de las moléculas. Con la implementación de la secuencia didáctica hubo un progreso, por consiguiente, el 82 % identificó el comportamiento y características de los gases ideales de manera correcta; además, hubo

relación e interpretación entre los conceptos de vapor, gas, movimientos y fuerzas intramoleculares.

En la relación de las variables presión, volumen y temperatura respecto a si son directamente proporcionales o inversamente proporcionales se reconoció un avance por medio de los simuladores y el experimento realizado con botellas y bombas, de un 66 % a un 82 %, es decir, de manera conceptual hubo fortalecimiento de estas habilidades, pero cuando realizaron cálculos con el enfoque ABP el progreso no fue tan significativo, esto debido a las falencias que presentan los estudiantes en el despeje de ecuaciones, lo cual se puede potencializar haciendo más ejercicios ABP.

Es pertinente mencionar que el 93 % de los estudiantes consideran los simuladores y experimentos de laboratorio como un recurso que ayuda en su proceso de aprendizaje, así que es necesario implementar secuencias didácticas que tengan actividades que promuevan la participación, la motivación y el interés por el conocimiento, lo cual permite otra perspectiva de la química frente al modelo tradicional de teoría y tablero.

Los estudiantes reconocieron la aplicación de los gases en la vida cotidiana en los contextos más usados, por ejemplo, el gas con el que se cocina, las gaseosas, dióxido de carbono y, la gran mayoría, mencionó el helio como gas para inflar los globos. Sin embargo, muy pocos intentaron

explicar por qué el globo asciende, pero cabe destacar que tuvieron aproximaciones muy cercanas como un gas liviano de baja densidad y que por estas razones puede ascender. Por otra parte, se identificaron errores de escritura y nomenclatura, por ejemplo, en algunos casos el gas metano casos fue nombrado como mutano.

Dado que el interés por las ciencias naturales ha disminuido a más de la mitad, los resultados reflejan que la implementación de la secuencia didáctica ayudó a aumentar el interés, motivación y participación de los estudiantes por el conocimiento científico, en particular, por el comportamiento de los gases ideales. En este sentido, se recomienda hacer uso de secuencias didácticas en el aula de clases, con el fin de que los estudiantes tengan perspectivas diferentes de aprendizaje y se haga de este proceso un ambiente ameno y agradable.

Referencias

- Barajas, M., Kaplan Navarro, T., Reyes Osua, J., Reyes, G. y OsuaMara A. (2010). La secuencia didáctica, herramienta pedagógica del modelo educativo ENFACE. *Universidades*, (46), 27-33. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37318636004>
- Díaz Barriga, Á. (2013). Secuencias de aprendizaje ¿un problema del enfoque de competencias o un reencuentro con perspectivas didácticas? *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 17(3), 11-33. <https://www.redalyc.org/pdf/567/56729527002.pdf>
- Tarapuez, E. (2020). *Propuesta didáctica para la enseñanza de los fundamentos teóricos de los gases (ecuación de estado de los gases ideales, ley de Boyle, ley de Charles y Gay Lussac) a través del (ABP) aprendizaje basado en problemas con estudiantes de grado décimo de la I. E. Javiera Londoño* [Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78004/1085307074.2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y>