

**FORTALECIMIENTO DE LA HABILIDAD ARGUMENTATIVA, MEDIANTE LA
IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO INTEGRADO DEL THINKING CLASSROOM Y
LAS 7E, EN TORNO A LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO GAS**

**MAESTRANTE
SONIA VIVIANA BELTRÁN CATAMA**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
MAGISTER EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA**

**DIRECTOR
YAIR ALEXANDER PORRAS CONTRERAS**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA**

NOVIEMBRE 24 DE 2023

Dedicatoria

Con profundo amor, dedico este logro a mi Hijo Juan Emiliano, quien en su ternura e inocencia comprendió tantos días difíciles de no poder compartir, y lo traslado a regalarme muchas sonrisas. A mi esposo Hanzel, quien, con su amor, comprensión y ayuda, me permitió vivir esta etapa profesional de una manera más tranquila, a mi mamá Blanca quien estuvo ahí, motivándome cada instante para lograr esta meta académica y por último y no menos importante, a Dios por ser luz en mi camino.

Agradecimientos

En esta enriquecedora formación académica, quiero agradecer a todas aquellas personas que siempre estuvieron ahí, ayudándome a solucionar y gestionar tantas situaciones vividas durante el desarrollo de la maestría.

Agradezco a la Universidad Pedagógica Nacional, por brindarme una vez más la posibilidad de continuar mi formación posgradual, por las experiencias significativas que viví en congresos académicos, en clases multidisciplinarias, en salidas de campo, y por la calidad de profesores que tiene para hacer de nosotros mejores profesionales, ellos son fuente de inspiración para mí.

Al profesor Yair Porras, quien me ha acompañado durante toda mi formación profesional, desde mi pregrado, hasta ahora optar por mi título de Magister. Gracias profe por su calidad humana, por apoyarme y creer en mí. Usted es inspiración y orgullo para mí.

Al profesor Oscar Holguín por todos los conocimientos que me compartió y me enseñó de IRAMUTEQ, su orientación fue clave en esta investigación. Me llevo un gran aprendizaje profesional como investigadora.

A mi gran y única amiga Marcela, cuyo apoyo fue fundamental para poder culminar esta etapa, sin su comprensión laboral y personal, esto no hubiera estado tan llevadero. Gracias por ser mi amiga, por estar siempre para mí, animándome a lograr lo unimaginable y por ser luz en mi camino.

Expreso mi agradecimiento y amor profundo a mi familia, mis papás Juan y Blanca, quienes siempre han creído en mí, y me han apoyado en todas mis decisiones; a mi esposo Hanzel y mi hijo Juan Emiliano por ser fuente de inspiración en mi vida y a mi hermano Cristian Camilo por motivarme siempre a ser mejor persona, por ser mi mejor ejemplo profesional y personal.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	12
4. OBJETIVO GENERAL.....	12
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
6. ANTECEDENTES Y REFERENTES TEÓRICOS.....	13
7.2. Antecedentes nacionales	13
7.2. Antecedentes internacionales	14
7.3. ¿Qué es una habilidad de pensamiento crítico?	16
7.4. ¿Qué es la argumentación? y ¿Por qué la argumentación es importante en el proceso de enseñanza aprendizaje?	17
7.5. ¿Por qué es importante fortalecer y trabajar en el aula de clase la argumentación científica escolar?.....	23
7.6. La argumentación desde Jiménez Aleixandre	25
7.7. ¿Cómo la argumentación contribuye el aprender a aprender?.....	29
7.8. ¿En qué consiste el modelo propuesto en esta investigación?	30
7.8.1. ¿Qué es el modelo de Thinking Classroom?.....	31
7.8.2. Modelo de las 7E planteado por Eisenkraft	37
9. DISEÑO METODOLÓGICO	47
9.1. Enfoque y diseño de la investigación.....	47
9.2. Participantes	48
9.3. Etapas de la investigación	48
9.3.1.1. Fase diagnostica	49
9.3.1.2. Fase diseño.....	50
9.3.1.3. Fase intervención en el aula.....	57
9.3.1.4. Fase recolección de datos.....	58
10. ANÁLISIS DE DATOS	62
10.1. Resultados del test de Halpern	62
10.2. Análisis del contenido con IRAMUTEQ	63
10.3. COMPARACIÓN CRUZADA POR ACTIVIDAD	67
10.3.1.1. ACTIVIDAD 1: ¿QUÉ TAN PROFUNDO SE PUEDE LLEGAR EN EL BUCEO?	67
10.3.1.2. ACTIVIDAD 2: ¿CÓMO SE COMPORTAN LOS GASES?	80

10.3.1.3. ACTIVIDAD 3: PERMANENCIA DE LOS ASTRONAUTAS DE LA CREW-4, EN LA ESTACIÓN ESPACIAL INTERNACIONAL (EEI).....	91
10.3.1.4. ACTIVIDAD 4: ANESTESIOLOGÍA, UNA COMBINACIÓN QUÍMICA PERFECTA.....	95
10.3.1.5. ACTIVIDAD 5: EL TITÁN NO SOPORTÓ TANTA PRESIÓN	104
11. ANÁLISIS INFERENCIAL DE LOS NIVELES DE ARGUMENTACIÓN	105
11.1. Pruebas estadísticas	111
12. CONCLUSIONES.....	120
13. BIBLIOGRAFÍA.....	124

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Elementos de un argumento, según los planteamientos de Jiménez, A, 2010.....	26
Tabla 2. Objetivos de las actividades diseñadas.....	38
Tabla 3. Estructura de las actividades desarrolladas.....	39
Tabla 4. Niveles de argumentación.....	43
Tabla 5. Resultados test de Halpern.....	45
Tabla 6. Características lexicométricas del corpus textual, actividades estrategia didáctica..	48
Tabla 7. Frecuencia de palabras AFC – actividad 1.....	53
Tabla 8. Frecuencia de palabras AFC – actividad 2	65
Tabla 9. Frecuencia de palabras AFC – actividad 3	75
Tabla 10. Frecuencia de palabras AFC – actividad 4	80
Tabla 11. Frecuencia de palabras AFC – actividad 5.....	89
Tabla 12. Elementos propuestos por Jiménez et al. (2010) para evaluar un argumento.....	91
Tabla 13. Categorización respuestas pregunta 1.....	92
Tabla 14. Parámetros de caracterización elementos de un argumento	95
Tabla 15. Categorización pregunta 1 – actividad 1	95
Tabla 16. Matriz resultados implementación	96
Tabla 17. Resultado prueba Shapiro-Wilk.....	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aspectos relevantes de la argumentación. Construcción propia, 2023.....	18
Figura 2. Modelo argumentativo propuesto por Toulmin, 1958. Tomada de Los usos de la argumentación, de S. Toulmin, 2007, p.p.138.....	20
Figura 3. Acciones de los estudiantes y los profesores en el aula. Tomado de Jiménez, (s.f), p.p72	25
Figura 4. Tomado y adaptada de Jiménez, A., Lago, J., y Álvarez, V. (s.f). p.p.46.....	29
Figura 5. Componentes del Thinking Classroom trabajados en la implementación. Construcción propia, 2023.....	31
Figura 6. Modelo aula pensante. Tomado de Thinking Classrooms in Mathematics. Liljedahl, P. (2021)	32
Figura 7. Componentes del Thinking Classroom trabajados en la implementación. Construcción propia, 2023.....	33

Figura 8. Modelo de las 7E. Construcción propia, 2023.....	35
Figura 9. Ejemplo de estructura de Jiménez (2010). Construcción propia	44
Figura 10. Dendograma de clasificación de palabras para la actividad 1. Fuente: Elaboración propia.....	56
Figura 11. Análisis factorial de correspondencia de variables para la actividad 1. Fuente: Elaboración propia	60
Figura 12. Análisis de similitud para la actividad 1. Fuente: Elaboración propia	61
Figura 13. Nube de palabras para la actividad 1. Fuente: Elaboración propia.....	62
Figura 14. Dendograma de clasificación de palabras para la actividad 2. Fuente: Elaboración propia	66
Figura 15. Dendograma de clasificación de palabras para la actividad 2. Fuente: Elaboración propia.....	71
Figura 16. Análisis de similitud para la actividad 2. Fuente: Elaboración propia	72
Figura 17. Figura 17. Nube de preguntas para la actividad 2. Fuente: Elaboración propia.....	73
Figura 18. Figura 18. Dendograma de clasificación de palabras para la actividad 3. Fuente: Elaboración propia	74

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución total de las respuestas por nivel. Fuente. Elaboración propia en R	98
Gráfico 2. Resultados obtenidos para el nivel argumentativo empírico. Fuente. Elaboración propia en R.....	100
Gráfico 3. Resultados obtenidos para nivel argumentativo analítico. Fuente. Elaboración propia en R	101
Gráfico 4. Resultados obtenidos para el nivel argumentativo empírico. Fuente. Elaboración propia en R.	103
Gráfico 5. Resultados obtenidos para nivel argumentativo empírico. Fuente. Elaboración propia en R.....	106

Capítulo I: Delimitación de la investigación

1. INTRODUCCIÓN

El proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en general y de la química en particular, demanda grandes retos en el siglo XXI. La constante preocupación en torno a generar procesos en el aula de clase que resalten la importancia de desarrollar habilidades de pensamiento de orden superior ha conllevado a investigar el progreso de habilidades de pensamiento crítico, dentro de las cuales se encuentran; la argumentación, el análisis, la resolución de problemas y la evaluación. Es precisamente en la habilidad argumentativa en la que se centró este trabajo de investigación, ya que se reconoce que una de las preocupaciones más latentes en la enseñanza de la química, radica en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, desde las cuales se exige a los estudiantes un nivel superior respecto a los procesos de interpretación y análisis de la información, los procesos de metacognición, de autoevaluación respecto al aprendizaje adquirido, con el fin de que les permita progresar significativamente en la apropiación de su conocimiento. Por ende, esta investigación tiene como objetivo estudiar y fortalecer la habilidad de pensamiento crítico “argumentación”, en estudiantes de grado undécimo del Gimnasio Vermont, mediante la implementación de una estrategia didáctica fundamentada en los componentes del Thinking Classroom y las actividades diseñadas bajo el modelo de las 7E.

Hablar de argumentación, puede resultar o parecer para algunos profesores, un proceso que se hace constantemente en el aula de clase, y ahí radica la importancia de adelantar una reflexión y autorreflexión pedagógica, tratando de analizar si en realidad con las actividades que se proponen en el aula, se fomenta en los estudiantes el desarrollo de la habilidad argumentativa, es decir, se generan estos procesos en el aula de clase. De acuerdo con Jiménez, et al. (2014) *argumentar consiste en ser capaz de evaluar los enunciados con base a pruebas, reconocer que las conclusiones y los enunciados científicos deben estar justificados, es decir sustentados en pruebas* (p.p 14),

entendiendo que éstas, hacen referencia al proceso de observación, hecho o experimento al que se apela para evaluar el enunciado (Jiménez, A. 2010, pág. 71).

De ahí que, resulte interesante mencionar que fortalecer la argumentación en el aula de clase promueve el aprender a aprender y desarrolla el pensamiento crítico y la cultura científica.

Aunque son muchos los autores que indagan sobre la argumentación como habilidad de pensamiento crítico, este trabajo se fundamentó en los planteamientos realizados por Jiménez Aleixandre, dadas las particularidades y la linealidad con los intereses de la investigadora. A continuación, se enuncian los seis elementos constitutivos de un argumento, ejes centrales del trabajo con los estudiantes: *conclusiones, pruebas, justificaciones, respaldos teóricos, calificadores modales y refutaciones*.

Fortalecer la habilidad argumentativa, resulta aún más interesante cuando se va un más allá de la construcción de un argumento adecuado, ya que cuando se aprende a argumentar, también se está aprendiendo a comunicar ideas, se aprende a escribir y hablar en una clase de ciencias, logrando articulaciones efectivas en la construcción de una explicación y un argumento, que logre finalmente convencer a otras personas de las justificaciones dadas (Jiménez, M. 2010).

Dentro de la planificación y el diseño de las clases, puede resultar difícil para los docentes diseñar e implementar actividades que ayuden a los estudiantes a ir más allá de los procesos de memorización, cálculos metódicos y lineales, los cuales dificultan aplicar los conocimientos adquiridos en el análisis y argumentación de situaciones contextualizadas. Se podría afirmar que se están llevando a cabo en el aula tradicional, actividades que evitan el desarrollo de habilidades de pensamiento superior, pues como afirma Liljedahl (2021), en su libro “Building thinking classroom in mathematics”, resulta fundamental implementar prácticas óptimas en el aula, que desarrollen un entorno ideal para generar un aprendizaje profundo centrado en el alumno. De ahí que, esta investigación esta direccionada a fortalecer la habilidad argumentativa, en estudiantes de educación media, mediante la implementación de una estrategia didáctica fundamentada en los elementos del Thinking Classroom y las 7E, para la enseñanza del concepto gas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante la última década, ha surgido como tema de estudio en la didáctica de las ciencias, un creciente interés por los procesos de comunicación en el aula de clase, ya que estos se consolidan como una manera directa de analizar el discurso de los estudiantes. De acuerdo con Cazden (1991), reconocer la importancia de la comunicación en el aula de clase, permite explicar el papel del lenguaje en el proceso de enseñanza y aprendizaje en general y de las ciencias naturales en particular.

El desarrollo de una clase lleva consigo una serie de aspectos transcendentales dentro del proceso de enseñanza. Muchos de éstos, tienen que ver con el diseño de las actividades de clase, los objetivos de aprendizaje que quiere lograr el docente y las propias dificultades con las que el docente se encuentra al momento de aplicar sus actividades. En muchas de estas experiencias, se evidencia la preocupación por generar una transformación de las clases tradicionales, en las cuales los estudiantes tienen un rol pasivo, que da cuenta de un aprendizaje netamente memorístico, carente de criterios que permita desarrollar habilidades de orden superior, haciendo que se favorezcan aprendizajes a corto plazo. En la actualidad, el control de lo que se debate en un aula, está a cargo en su mayoría por el profesor, en pocas oportunidades se generan espacios que propicien la participación de los estudiantes; esto genera dificultades en el aprendizaje significativo.

Esta situación genera un proceso de comunicación limitado en el aula de clase, ya que no promueve medios de cooperación entre los estudiantes, esto está relacionado con la dificultad para compartir, discutir, debatir y reflexionar en torno a un concepto en particular. (Kelly y Crawford, 1997). Partiendo de la enseñanza de las ciencias en general y de la química en particular, se han encontrado varias investigaciones que resaltan la importancia del estudio y el fomento de la argumentación en los estudiantes, vista desde la oportunidad para potenciar las habilidades de pensamiento crítico. En ese sentido, debe considerarse como un objetivo fundamental en la enseñanza de las ciencias, el estudio de todos aquellos procesos que permitan el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, que motiven a los estudiantes a ir más allá del contenido dado en clase, además que les permita poner un significado contextualizado del conocimiento

adquirido y generar procesos cognitivos de orden superior. Pero este tipo de actividades no se pueden llevar a cabo de manera óptima, si los docentes no cuentan con la disposición para realizar procesos de autorreflexión y metacognición, con los cuales plantear nuevos retos en la enseñanza de las ciencias, con el fin de generar actividades creativas, contextualizadas y orientadas al fortalecimiento de habilidades centradas en el pensamiento crítico, en particular la argumentación.

De ahí que, diseñar clases innovadoras, estrategias que se consoliden en la estructuración de una estrategia didáctica, es lo que Brown (1992), llamaría *la singularidad de las clases innovadoras*, las cuales tienen como objetivo de aprendizaje la obtención de buenos resultados a partir de problemas de aprendizaje, que le permitan a los estudiantes generar procesos significativos, en los cuales se favorezca la argumentación, ya que como se sabe, uno de los objetivos en la enseñanza de las ciencias, es el aprendizaje de conceptos y modelos que favorecen la alfabetización científica.

Desde esta perspectiva, se pretende responder la siguiente pregunta de investigación *¿Qué niveles de argumentación se fortalecen en estudiantes de grado undécimo del Gimnasio Vermont, al implementar el modelo integrado del Thinking Classroom y las 7E en la enseñanza del concepto gas?*

2. JUSTIFICACIÓN

Las habilidades de comunicación y trabajo cooperativo entre estudiantes en general no ocurren naturalmente en el aula de clase, por ello es fundamental comprender que desarrollar en el aula las habilidades de pensamiento crítico, supone ir más allá de la actividad inherente de pensar, ya que requiere un tipo de pensamiento complejo que implica habilidades como la comprensión, la deducción, la categorización, entre otras. Quienes investigan en el campo de la didáctica de las ciencias, reconocen que la argumentación es un pilar que puede llegar a impactar positivamente en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en general y la química en particular, ya que se considera que a medida que se logra argumentar un fenómeno de estudio, se puede dar cuenta del nivel de comprensión al que ha llegado el estudiante. (Revel, Diaz, & Adúriz,

2021). De esta manera, al poner de frente la implementación de la argumentación desde las actividades planteadas, se espera hacer mayor énfasis en la importancia de generar actividades que promuevan aprendizajes profundos y, por ende, que representen calidad educativa.

Según (Jiménez et al., 2010), promover la argumentación en el aula de clase, mejora los procesos de aprendizaje, en la medida en la que contribuye a fortalecer en los estudiantes el pensamiento crítico, desarrollando las ideas sobre la naturaleza de las ciencias, de tal manera que se promueva en los estudiantes la cultura científica. (Jiménez, 2010; p.p. 32).

Quizá uno de los problemas de mayor relevancia en la enseñanza de las ciencias, radica en la aplicación de lo aprendido en problemas contextualizados, dichas problemáticas han sido identificadas principalmente por lo profesores, cuanto se encuentran en el aula de clase y perciben que un gran número de estudiantes tienen dificultad para aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones nuevas, es decir el problema no radica en que el estudiante repita la definición de un concepto, sino que por el contrario apropie dicho concepto, lo aplique y lo refute frente a una situación de clase. Ante esta aclaración, se esperaría que los estudiantes logaran en el aula de clase: identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos científicos y utilizar pruebas que sustenten lo explicado. (Jiménez, A, 2010, p.p. 36), esto sería lo que la autora denominaría: las competencias científicas, entendidas como la identificación de situaciones que pueden ser investigadas desde las ciencias, incluyendo los fenómenos que pueden ser explicados, así como la habilidad para seleccionar los datos y pruebas apropiados para lograr argumentar un fenómeno de estudio.

En concordancia con lo descrito anteriormente, resulta importante mencionar como la propia practica pedagógica, se consolidó como un insumo importante para pensar en la posibilidad de contribuir a la enseñanza de la química, desde el planteamiento de un modelo integrado entre el Thinking Classroom (TC) y las 7E, el cual busca mantener una interacción activa y participativa entre pares estudiante – estudiantes y estudiante – profesor, considerando dichas interacciones fundamentales para fortalecer el proceso de aprendizaje. Acorde a los planteamientos de Liljedahl (2021), la implementación del

Thinking Classroom, no solo fomenta el proceso de enseñanza, sino que también conlleva a los estudiantes a desarrollar un pensamiento crítico que les facilite la construcción de argumentos en ciencias naturales.

Se espera que, al implementar el modelo integrado propuesto en esta investigación, se transformen en cierta medida los procesos unilaterales que se llevan generalmente en el aula de clase y se promueven experiencias significativas de trabajo colaborativo entre los estudiantes y con sus profesores, las cuales los motiven a explorar, cuestionar, debatir, investigar y construir aprendizajes más profundos.

Teniendo en cuenta el modelo que se propone, las actividades planteadas en la estrategia didáctica, incorporan las 7E: *Elicitar, enganchar, explicar, expandir, elaborar, explorar, evaluar, y ocho elementos del TC que se desarrollarán el marco teórico*, ya que de esa manera se espera generar en los estudiantes un aprendizaje más profundo, a partir del desarrollo de la habilidad de pensamiento crítico; argumentación, abordando situaciones relacionadas la enseñanza del concepto gas.

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué niveles de argumentación se fortalecen en estudiantes de grado undécimo del Gimnasio Vermont, al implementar el modelo integrado del Thinking Classroom y las 7E en la enseñanza del concepto gas?

4. OBJETIVO GENERAL

1. Fortalecer la habilidad argumentativa, en estudiantes de grado undécimo, mediante la implementación del modelo integrado del Thinking Classroom y las 7E, en la enseñanza del concepto gas.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar mediante la implementación del test de Halpern, el estado actual del nivel de desarrollo de la habilidad argumentativa, en los estudiantes de grado undécimo del Gimnasio Vermont

2. Diseñar una estrategia didáctica enmarcada en el modelo integrado del Thinking Classroom y las 7E, mediante el planteamiento de actividades que fortalezcan la habilidad argumentativa, a partir de la enseñanza de los gases.
3. Evaluar la incidencia del modelo integrado del Thinking Classroom y las 7E, en el desarrollo de la habilidad argumentativa, durante la enseñanza del concepto gas.

Capítulo II: Conceptualización y fundamentación teórica

6. ANTECEDENTES Y REFERENTES TEÓRICOS

Durante el desarrollo de este estudio, se revisaron varias investigaciones de corte nacional e internacional, los cuales permitieron orientar esta investigación y consolidar de manera contextualizada los objetivos a desarrollar. A continuación, se relacionan de manera general los trabajos más representativos y posteriormente se hace una breve descripción del aporte de cada uno de ellos a esta investigación:

7.2. Antecedentes nacionales

El trabajo presentado por Porras, Tuay y Ladino (2020), tiene como objetivo contribuir a los procesos de formación científica de los estudiantes, mediante el fomento de la habilidad argumentativa, a partir del planteamiento de algunos principios físicos como eje central de trabajo. Las actividades planteadas en la estrategia didáctica se fundamentan bajo el enfoque CTS, de ahí que se resalta la importancia de implementar un proceso didáctico que sea contextualizado para la enseñanza de las ciencias. La investigación utilizó un diseño de investigación cuasiexperimental (pretest y posttest), en la cual se reconoció una mejora significativa en el desarrollo de la habilidad argumentativa, todo lo anterior se vio evidenciada en los resultados del Test de Halpern y el cuestionario de opiniones sobre ciencias y tecnología.

En ese mismo sentido, el trabajo desarrollado por Ruiz, Tamayo y Márquez (2013), retoma la importancia del análisis epistemológico, didáctico y conceptual realizado a profesores en ejercicio, dado que esta investigación considera la importancia del proceso reflexivo realizado por los profesores en torno a la enseñanza de la argumentación en el

aula de clase. Luego de la aplicación de cuestionarios iniciales y finales, la investigación logra concluir que dichas actividades realizadas, mostraron un cambio significativo en los componentes epistemológicos, conceptual y didáctico; por ende, uno de los aspectos más importantes, resultó ser la implementación de nuevas prácticas en el aula de clase que fortalecerá en los estudiantes una participación más efectiva, que se reflejará en la apropiación del conocimiento en ciencias.

Como se mencionó en los objetivos específicos de esta investigación, se desarrolló una estrategia didáctica en torno al concepto de gas, por ende, la estrategia didáctica propuesta por Morales, Manrique y Sanabria (2010), fue un insumo clave para el planteamiento de las actividades, ya que dieron una orientación para la construcción de la estrategia didáctica “*es cuestión del gas*”.

Los artículos mencionados anteriormente, contribuyen significativamente a esta investigación, ya que retoman, plantean y resaltan la importancia del fomento de la habilidad argumentativa en los estudiantes de educación básica. Cada uno de los artículos mencionados, proporcionan una visión enriquecedora de cómo se puede entender y abordar esta habilidad para desarrollar competencias científicas. Dentro de la descripción de los artículos, y sus respectivas conclusiones, se identifica de manera completa, los desafíos que enfrenta la educación, y da cuenta de las estrategias que, al ser implementadas, puede contribuir al fomento de dichas habilidades de pensamiento crítico en general, y en particular de la habilidad argumentación.

7.2. Antecedentes internacionales

El desarrollo de la habilidad argumentativa es el tema vertebral de esta investigación, lo cual relaciona más adelante en el marco teórico, evidenciando el aporte de la profesora Jiménez Aleixandre quien hace una apuesta interesante frente al desarrollo de la habilidad argumentativa en su libro: *10 ideas claves: competencias en argumentación y uso de pruebas* (Jiménez., et al., 2010). Esta propuesta surge del programa de investigación RODA (razonamiento, discusión y argumentación) llevado a cabo en la Universidad de Santiago de Compostela. El trabajo está dirigido fundamentalmente a los docentes que plantean la enseñanza más allá de la memorización mecánica de ideas y

conceptos. En este sentido, se les proporciona estrategias y recursos que pueden ayudarles a desarrollar las capacidades de razonamiento en sus estudiantes. Aunque se centra fundamentalmente en la enseñanza de las ciencias, resulta aplicable en cualquier ámbito del conocimiento, en el que se haga un planteamiento de la argumentación como proceso de evaluación del conocimiento con base en las pruebas disponibles.

Dentro de las 10 ideas claves, se muestra de manera detallada cómo se debe entender la argumentación en el aula de clase de ciencias, de qué manera se puede promover esta habilidad en los estudiantes, que elementos compone un argumento y que implicaciones tiene cada uno de ellos. Durante el desarrollo del libro se encuentra la relación directa con los planteamientos de Toulmin; sin embargo, la autora nombra los cambios que realiza a algunos términos y justifica de manera clara la razón que la conllevaron a dicha modificaciones. Es importante mencionar que esta investigación, tiene como referente el trabajo realizado por Jiménez Aleixandre, ya que los planteamientos propuestos, constituyen el objeto de estudio para la investigadora.

En la enseñanza de las ciencias en general y de la química en particular, resulta importante mencionar que una de las problemáticas a nivel educativo, se consolida en el desarrollo de habilidades de pensamiento científico y claramente una de estas es la argumentación, razón por la cual el trabajo propuesto por Montaña y Padilla (2020), consistió en implementar y evaluar la habilidad argumentación en la clase de química a nivel de bachillerato. Durante el análisis de los resultados, se utilizó como matriz los elementos trabajados por Toulmin, con el fin de fortalecer la reflexión en torno a la estructura del argumento. Del trabajo se concluye que el nivel de argumentación de los estudiantes depende en gran medida de las instrucciones que le son planteadas, ya que de éstas se definen los niveles de argumentación.

Los investigadores Revel, Díaz y Adúriz (2021), expresan en su estudio, los alcances que tiene la investigación científica escolar en el aprendizaje de las ciencias experimentales, en particular en el concepto de salud y enfermedad. Mediante la implementación de una estrategia didáctica, se promovió en los estudiantes la argumentación en torno a la enfermedad llamada *porfiria eritropoyética*. En los resultados se estudian las producciones escritas, derivadas de una intención de identificación del

proceso de argumentación en el aprendizaje de los conceptos propios de la investigación.

En definitiva, los artículos mencionados permitieron consolidar una visión amplia y detallada, de las estrategias implementadas para trabajar con los estudiantes de educación básica secundaria el fomento de la habilidad argumentación. En este estudio se identifica la importancia del profesorado en términos de planeación y creatividad respecto a las actividades propuestas. Sin embargo, en la investigación se considera fundamental intentar proponer nuevas estrategias del entorno de clase, que promuevan el desarrollo de habilidades en general y en particular de la habilidad argumentación, de ahí que, en el marco teórico, se resaltan los elementos del Thinking Classroom que se retoman en el planteamiento del modelo integrado.

7.3. ¿Qué es una habilidad de pensamiento crítico?

Dentro de las actividades desarrolladas en el aula de clase, se ha de esperar que una de las habilidades a desarrollar desde cualquier ángulo, sean las habilidades de orden superior, en este caso, las habilidades relacionadas con el pensamiento crítico. Desarrollar estas habilidades, permite a los estudiantes resolver problemas, tomar decisiones e incluso aprender a investigar, sin embargo, es importante mencionar que el pensamiento crítico demanda un alto grado análisis, de reflexión y de autorregulación. Es decir que el pensamiento crítico, está asociado con procesos de interpretación, comprensión y apropiación, lo que los conlleva a realizar procesos argumentativos. Una definición interesante, es la dada por Ennis (citado por campos, 2007, p.p. 20): *“el proceso reflexivo dirigido a tomar decisiones razonadas acerca de qué creer o hacer” o como “el pensamiento reflexivo y razonado centrado en decidir qué creer o hacer”* (1992).

Según Cardozo & Pinto (s.f), la argumentación es el medio por el cual, se defienden y se da fuerza a las ideas propuestas por las personas, ya que, de no contar con un argumento coherente, no pasarían a ser nada más que una opinión. De ahí que, las ideas necesitan argumentos que las soporten, las sustenten y den apoyo a los expresado. Para los autores, la argumentación se convierte en justificaciones definidas en proposiciones

que tienen como objetivo sustentar y apoyar lo afirmado en la tesis central. (Cardozo & Pinto, p.p 30).

7.4. ¿Qué es la argumentación? y ¿Por qué la argumentación es importante en el proceso de enseñanza aprendizaje?

Dentro del desarrollo de una clase de ciencias naturales en general, y en particular de la química, el uso de las ideas previas de los alumnos y la implementación de modelos para la comprensión de conceptos, se enmarcan en algunas de las estrategias que los docentes emplean para favorecer y fortalecer la argumentación en los estudiantes. Sin embargo, parece un concepto fácil de abordar, pero ante esto, es importante cuestionarse, *¿Qué es la argumentación?* De acuerdo con los autores Sardá & Sanmartí, (2000) la argumentación hace referencia a la manera en que se relacionan los datos y las conclusiones y como esto consolida lo que se entiende como razonamiento argumentativo, es decir, el momento en el cual el estudiante logra hacer uso de los conceptos y teorías para explicar algún fenómeno en particular, es la oportunidad para que el estudiante razone, analice y argumente el fenómeno dado (Sardá & Sanmartí, 2000)

El desarrollo de destrezas argumentativas en los estudiantes, implica enseñarlo a “pensar bien”, sin embargo, como lo menciona Khun, es imposible conocer lo que ocurre en la mente de los estudiantes, pero una de las maneras en las que se puede aproximar a esto, es prestando atención a las discusiones entre estudiantes alrededor de un tema científico contextualizado de su interés. De hecho, se puede establecer que una de las maneras en las que se puede analizar la exteriorización de la habilidad para argumentar, es el momento en el cual tiene la capacidad de compartir ideas, debatir cuestiones y construir de manera cooperativa conocimiento.

Dentro de los planteamientos de Driver y Osborne (2000), se establece que la argumentación, alejada de las reglas de la lógica, se representa desde dos puntos de vista; la primera se posiciona como una *argumentación retórica*, en la cual se tiene como objetivo convencer a una audiencia, generando análisis del discurso; la *argumentación*

racional, la cual busca dar una solución contextualizada frente a un problema determinado, con el fin de llegar a una conclusión construida en grupo cooperativo.

Ante la importancia se generar en el aula procesos que fomenten el desarrollo y fortalecimiento de la argumentación en el aula, como una habilidad de pensamiento crítico, que fortalece el proceso de aprendizaje de las ciencias en general y de la química en particular, Osborne, Kress, Martins y McGillicuddy (1998), destacan que para lograr fortalecer la argumentación en el aula de clase, resulta fundamental comprender la manera en la que los estudiantes construyen explicaciones para dar significado al estudio de fenómenos en las ciencias, a partir del análisis de situaciones abstractas. De ahí que evaluar una argumentación en los estudiantes resulta complejo, ya que es importante establecer por ejemplo sus procesos de validación, es decir corroborar si lo que el estudiante construyó corresponde a una explicación o a un argumento, o si por el contrario se quiere validar el proceso que el estudiante lleva a cabo para argumentar mientras trata de dar solución al problema establecido, entre otros.

Pero ¿cómo validar un argumento dado por el estudiante?, bueno, en ese orden de ideas, resulta trascendental hablar de la relación que existe entre la argumentación y el pensamiento crítico de las ciencias en general, ya que bajo esta mirada se espera dilucidar las características de un argumento y su clasificación, con el fin de poder definir dicha habilidad, como un componente esencial en la construcción del pensamiento crítico de un estudiante. Son muchas las definiciones dadas para el término “argumentación”, sin embargo, resulta interesante traer a contexto, lo que Sardá-Sanmartí (2000) plantean, y es precisamente reconocer que para aprender ciencia es necesario aprender a hablar y escribir ciencia, lo que implica hablar del metadiscurso que desarrolla un estudiante, de tal manera que logre reconocer las diversas maneras en que se puede expresar un mismo significado, diferenciando entre un lenguaje cotidiano y el científico, y lo que caracteriza cada tipo de discurso.

Sin embargo, bajo los intereses de esta investigación, se encontró relevancia en los planteamientos realizados por Jiménez Aleixandre (2007), quien menciona que la argumentación consiste en la capacidad que tiene un estudiante de apoyar los enunciados a partir del uso de pruebas. De ahí que, el dominio de las competencias

argumentativas implica reconocer que las conclusiones y los enunciados científicos deben estar justificados, es decir sustentados en pruebas. Por otra parte, argumentar también está relacionado con un proceso social, en el cual la persuasión resulta importante, para que se tenga la capacidad de convencer a las personas de los puntos de vista y las propias ideas. En palabras textuales de la autora, argumentar “*implica **comunicar**, persuadir a una audiencia, en relación con **aprender a comunicar en ciencias, hablar y escribir ciencias en clase**, también se aprende a articular y construir una explicación que resulte convincente para otras personas*” (Jiménez, 2010, p.p.18).

Retomando lo descrito anteriormente, en ciencias constantemente se encuentran dos o más teorías que estudian un mismo fenómeno y es la comunidad científica quien debe elegir uno u otro, lo que conlleva a pensar que para aprender a argumentar en ciencias es fundamental recoger pruebas y evaluar las teorías a luz de estas, es decir argumentar. Aquí, resulta interesante mencionar que el proceso evaluativo del conocimiento científico, las pruebas constituyen un rasgo central del trabajo científico, y será necesario llevar a los estudiantes a que lo hagan explícito durante el desarrollo de sus actividades en clase. Pero *¿a qué se le denominan pruebas?*, bien, las pruebas son observaciones, hechos, experimentos, señales o razones, las cuales pretenden mostrar que un enunciado es falso o verdadero. (Jiménez, 2010, p.p. 20). A continuación, en la figura 1 se muestran los aspectos relevantes respecto a la argumentación:

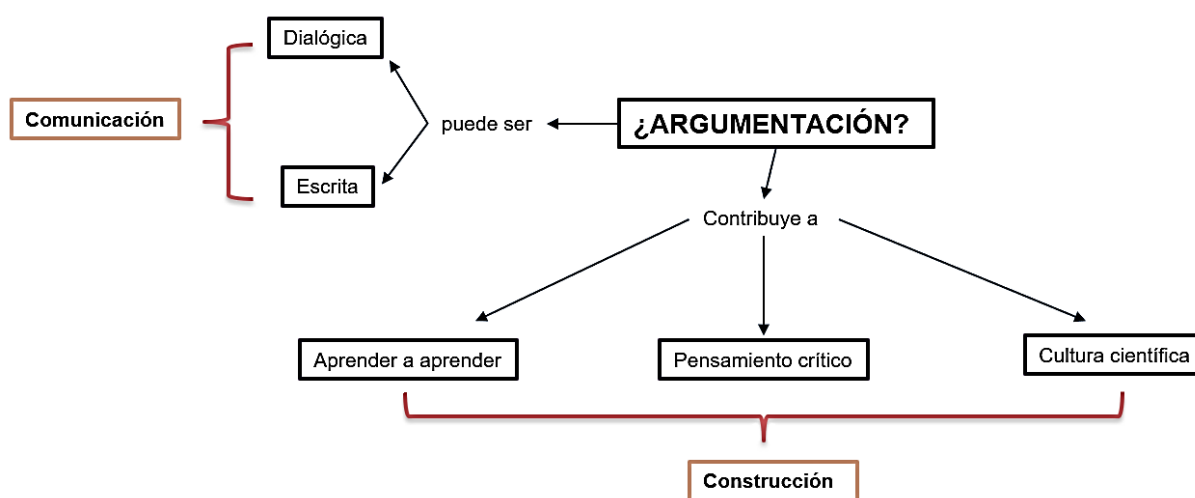


Figura 1. Aspectos relevantes de la argumentación. Construcción propia, 2023.

Sin embargo, evaluar una prueba no es un proceso obvio para los estudiantes, ya que implica interpretar las evidencias a la luz de las teorías o los modelos que las sustentan, de tal modo que sea la misma comunidad científica, la que elabore criterios que permitan elegir la interpretación más adecuada de la prueba. En síntesis, (Jiménez et al., 2010), menciona que aprender a argumentar, consiste en evaluar los enunciados con base en pruebas, es decir reconocer que las conclusiones y los enunciados científicos deben ser justificados, sustentados en evidencias, considerando de esta manera, que un argumento es un recurso del que disponen los profesores para evaluar el conocimiento adquirido por los estudiantes, de tal modo que cuando se logren evaluar en clase los diferentes modelos o teorías, el estudiante aprenda a identificar cómo se construye el conocimiento científico y se desarrolla la competencia de usar pruebas y juzgar la fiabilidad de enunciados que se encuentran en múltiples situaciones de la vida cotidiana.

Ante la anterior definición de argumentación, es importante mencionar que el referente base para el modelo argumentativo se plantea en la obra de Stephen Toulmin (The Uses of Argument, 1958), quien describe en su obra el modelo argumentativo que le permitirá a un docente analizar si dentro de las actividades desarrolladas en el aula de clase, se está construyendo o no un buen argumento.

Bajo los planteamientos de Toulmin (1958), se considera que dicha habilidad es una estructura compleja que involucra una serie de elementos que **describen un buen argumento, estos son:** la **tesis o aserción** hace referencia a la manera inicial en la cual el estudiante da a conocer su punto de vista respecto al tema estudiado; luego la **evidencia**, menciona que los datos sobre los cuales sustenta su punto de vista, deben tener un fundamento o sustento teórico, para que logre tener una validez; **las garantías** justifican las evidencias dadas anteriormente, por ende se caracterizan por ser leyes, principios o teorías; el **respaldo**, asegura que las garantías dadas sean validas; **la reserva**, expresa las excepciones existentes a las tesis planteadas y en últimas, el modelo de Toulmin, menciona el **cualificador modal**, da cuenta del grado de certeza de la aserción y la condiciones que la limitan, siempre se plantea de manera condicional, ya que explica la posibilidad de comprobación. A continuación, la figura 2 reúne las seis categorías del modelo argumentativo propuesto por Toulmin, 1958:

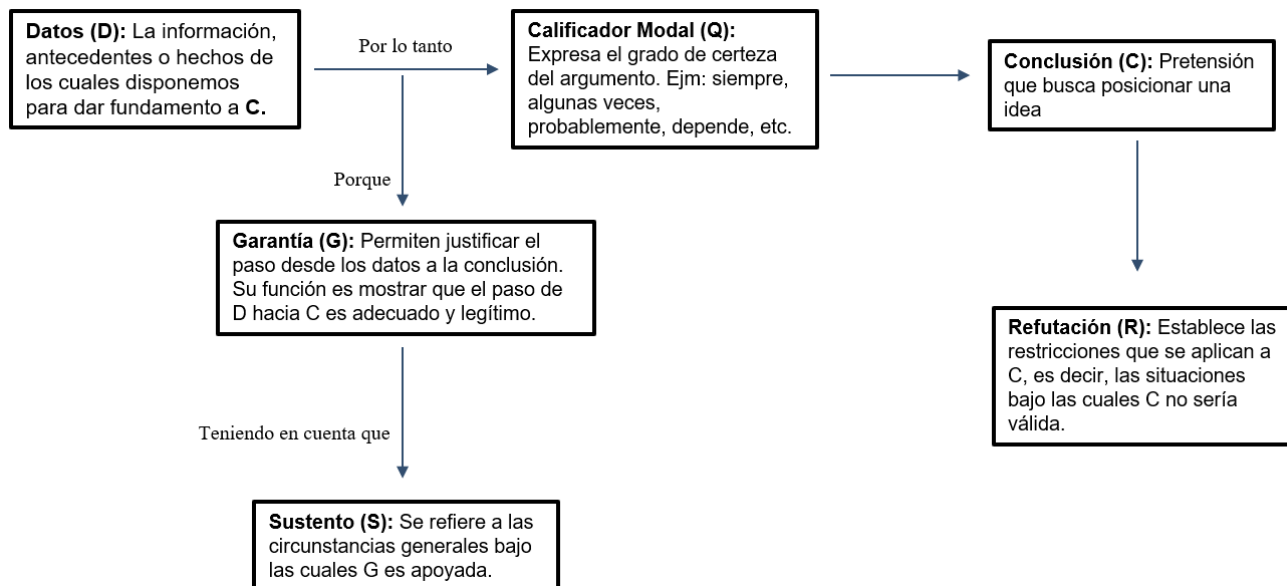


Figura 2. Modelo argumentativo propuesto por Toulmin, 1958. Tomada de *Los usos de la argumentación*, de S. Toulmin, 2007, p.p.138

Anteriormente, se describieron los elementos para reconocer un “buen argumento”, a partir de la propuesta de Toulmin, con el fin de analizar el argumento dado y construido por el estudiante a la luz de los elementos propuestos por el autor. En este orden de ideas, esta investigación resalta la importancia de fortalecer el desarrollo de la habilidad argumentativa, ya que hacer énfasis en el lenguaje y la importancia del enfoque discursivo dentro de las clases de ciencias naturales, promueve la discusión, la refutación y la comunicación entre los estudiantes. En palabras de Cassany y Jorba (2000), la argumentación representa el desarrollo de procesos cognitivos de nivel lógico – conceptual, los cuales favorecen los procesos lingüísticos discursivos que favorecen las representaciones que los estudiantes pueden llevar a cabo en el aula de clase, por ejemplo: describir, definir, resumir, justificar, explicar, argumentar y demostrar (Cassany & Jorba, 2013, p.p. 25)

En ese mismo sentido, Khun (2010), menciona que la argumentación debe ser interpretada como una estrategia que le permita a los estudiantes desarrollar habilidades cognitivas, que fomente una actitud dialógica entre ellos y potencialice una comprensión profunda de los temas de estudio en general y de la química en particular. De acuerdo con los trabajos realizados por Revel y Coulo (2005), el desarrollo de la habilidad

argumentativa es quizá uno de los retos más grandes que tiene la educación, ya que esta habilidad cognitivo – lingüística es muy compleja de enseñar, y representa una alta importancia en la alfabetización científica, por ende, los autores proponen desarrollar las siguientes actividades dentro del aula de clase, con el propósito de favorecer el desarrollo de esta habilidad de orden superior: describir, definir, explicar, justificar y explicar. De ahí que, la argumentación científica tiene como principio desarrollar en los estudiantes la capacidad cognitiva y comunicativa para evaluar, producir, y explicar los diferentes fenómenos de la ciencia, desde el desarrollo de habilidades cognitivo – lingüísticas. (Sanmartí, 2003), ya que construir un argumento, implica construir el conocimiento por medio del lenguaje oral y escrito, con el fin de convencer a los compañeros mediante el uso de argumentos sólidos y justificados, en torno a los fenómenos estudiados.

Finalmente, considerar la argumentación como un medio que potencializa en los estudiantes el pensamiento crítico, es un tema de estudio que ha sido investigado por varios autores. Por ejemplo, Erduran y Jiménez (2007), en su obra *Argumentación en la educación en ciencias*, mencionan que la argumentación fortalece el desarrollo de habilidades comunicativas asociadas al pensamiento crítico, lo cual se relaciona con el objetivo de esta investigación. Los autores mencionan que el proceso de argumentación está asociado con un proceso de alfabetización científica, de emancipación en el cual, los estudiantes logran dar cuenta de la habilidad a partir de las categorías dadas por Toulmin, sin embargo, aquí resulta importante mencionar que los argumentos propuestos por Toulmin, se plantea en el marco de la construcción de conocimiento entre pares, el debate entre compañeros, en análisis gráfico y audiovisual y la relación entre contextos situacionales (Revel, Díaz y Adúriz, 2021). Como se ha mencionado, uno de los objetivos de la enseñanza de las ciencias, radica en generar procesos de aprendizaje significativos, que se alejen de la memorización como único medio para aprender y que, por el contrario, se implementen en el aula de clase estrategias didácticas que le permitan a los estudiantes aplicar en contexto los conceptos teóricos aprendidos en el aula (Jiménez y Erduran, 2008).

7.5. ¿Por qué es importante fortalecer y trabajar en el aula de clase la argumentación científica escolar?

Dentro de la enseñanza de las ciencias en general y en particular de la química, se reconoce que uno de los ejercicios llevados a cabo en el aula de clase, se configura desde el aprendizaje de conceptos puntuales a partir del uso de modelos, buscando como objetivo que los estudiantes, comprendan y posteriormente apliquen en un contexto determinado, lo cual en algunos casos se toma como referente en la comprensión del tema. Sin embargo, esta realidad no se puede desligar de una preocupación latente en la enseñanza y son los posibles procesos de memorización continua que se llevan a cabo en el aula. De ahí que Adúriz (2012), mencione que la argumentación científica es trascendental en la enseñanza de las ciencias, ya que le permite al estudiante apropiarse del conocimiento y aplicar los modelos teóricos con los cuales se logran explicar los fenómenos de la naturaleza. La incorporación de esta habilidad en la dinámica del aula de clase promueve la actividad científica de modo que, le permite al estudiante argumentar de forma profunda lo que está ocurriendo en el fenómeno. Para tal fin, Adúriz (2012), menciona cuatro componentes que debe tener un modelo de argumentación científica.

1. La componente *retórica*, que alude a la voluntad de convencer al interlocutor y de cambiar el estatus que un determinado conocimiento tiene para él.
2. La componente *pragmática*, que deja de manifiesto que toda argumentación se produce en un contexto al cual se ajusta y adecua, y del cual toma sentido.
3. La componente *teórica*, que se refiere al requerimiento de la existencia de un modelo teórico que sirve de referencia al proceso explicativo.
4. La componente *lógica*, relacionada con la estructura sintáctica compleja del texto producido¹

En ese orden de ideas, resulta importante diferenciar entre explicación y argumentación. Según Osborne y Patterson (2011), una explicación le permite al estudiante explicar el

¹ Los cuatro componentes de la argumentación científica fueron tomados textualmente del trabajo de Adúriz-Bravo A. (2012). Competencias metacientíficas escolares dentro de la formación del profesorado de ciencias., pp. 43-67. En: E. Badillo, L. García, A. Marbá, M. Briceño, *El desarrollo de competencias en la clase de ciencias y matemáticas* Mérida: Universidad de Los Andes.

¿Por qué? del fenómeno, es decir orienta la consolidación de una explicación que permita mayor comprensión del fenómeno, mientras que un argumento, está directamente relacionado con la manera en la que el estudiante logra justificar una afirmación, por ello es por lo que dicha habilidad es catalogada como compleja y mucho más elaborada

En la actualidad, existen algunas investigaciones, que apuntan a proponer estrategias que permiten fortalecer, trabajar y desarrollar la habilidad de pensamiento crítico “argumentación”, una de ellas, quizá de las más citas hace referencia el proyecto RODA (Razonamiento, Discurso, Argumentación), propuesto por la Universidad de Santiago de Compostela, el cual tiene como objetivo principal, incluir a los estudiantes en experiencias concretas que los motiven a producir argumentos, aprendiendo tanto de la estructuración de un argumento, como del concepto que es excusa para aprender a argumentar (Revel, et. al., 2021). También se encuentra el proyecto IQWST (*Investigating and Questioning our World through Science and Technology*), dirigido por Brian Reiser en la Northwestern University de Estados Unidos en 2007, que tiene como fin la enseñanza de la argumentación y algunos criterios para evaluar conclusiones; estos son tan solo dos proyectos que aportan a consolidar la argumentación, como un eje clave en la enseñanza de las ciencias.

Pero, más allá de retomar estos proyectos que están siendo aplicados e investigados en otras espacios académicos del mundo, aquí surge lo novedoso de este trabajo de grado, al proponer implementar otro tipo de modelo, que diera cuenta del fortalecimiento de las habilidades de pensamiento crítico, en particular, de la habilidad argumentación, a partir de la implementación del modelo integrado entre el Thinking Classroom y las 7E.

Una vez descritas las consideraciones que se han venido trabajando en torno a la argumentación científica, siendo los planteamientos de Toulmin, los más cercanos a los intereses de esta investigación, es fundamental mencionar que, para el desarrollo de este estudio, se abordó la argumentación desde los planteamientos de Jiménez Aleixandre, tomando como base su obra “*10 ideas de clave de competencias en argumentación y uso de pruebas*”. Una de las razones, que sustentan esta elección, es la visión integral del proceso de argumentación, analizado desde una perspectiva más

amplia, considerando algunos aspectos retóricos, contextuales y pragmáticos. La visión holística que presenta la autora permite que se analice el proceso argumentativo desde una visión mucho más dinámica, que conlleva a un análisis complejo de la estructura del argumento. Por otra parte, la autora recalca la importancia de la argumentación en la toma de decisiones, informada y coherente, a partir de la comunicación efectiva entre pares; todos los trabajos realizados por ella muestran como favorecer en el aula de clase el proceso de argumentación, hace de los estudiantes personas empoderadas frente a situaciones en las que deban defender, debatir o justificar su punto de vista.

7.6. La argumentación desde Jiménez Aleixandre

Argumentar consiste en ser capaz de evaluar los enunciados en base a pruebas, reconocer que las conclusiones y los enunciados científicos deben estar justificados, es decir sustentados en pruebas. (Jiménez, A, 2010, p.p. 17)

Desde los planteamientos de Jiménez Aleixandre (2010), es importante constantemente preguntarse *¿Cómo sabemos lo que sabemos?*, lo cual justifica el propósito de las ciencias naturales, el cual consiste en formular constantes preguntas sobre el mundo, que permitan a los estudiantes apoyarse en pruebas y datos para lograr una justificación coherente y robusta. En la actualidad, la investigación educativa, ha permitido comprender la importancia de los modelos y las teorías científicas, ya que, al ser implementadas constantemente en las clases, se le enseña al estudiante a relacionar las pruebas con las explicaciones dadas para un fenómeno en particular, consolidando de esa forma el pensamiento crítico en los estudiantes. En ese orden de ideas, se debe comprender que tanto el alumno como el profesor, juegan un papel fundamental en el fortalecimiento de habilidades de orden superior, y en este caso en particular, en la argumentación, a continuación, la figura 3, se muestran los roles de cada uno de ellos:



Figura 3. Acciones de los estudiantes y los profesores en el aula. Tomado de Jiménez, (s.f), p.p72

Teniendo en cuenta la figura 3, es importante resaltar que el rol tomado por el estudiante dentro del aula, al momento de construir un argumento se consolida en las siguientes destrezas: identificar explicaciones, generar datos por experimentos u observaciones, evaluar las alternativas en base a datos generados, identificar las teorías relevantes y elaborar justificaciones, evaluar los argumentos opuestos al propio y comunicar de forma clara el argumento; mientras que el rol tomado por el profesor ha de ser: diseñar proyectos o tareas auténticas, guía el diseño de experimentos y observaciones, guiar la interpretación de datos, guía la conexión entre datos y teorías, guiar el uso de criterios para argumentos de calidad y explicitar los criterios para una buena comunicación.

La investigadora menciona que, aunque su autor base para la consolidación de lo que se conocería como un “buen argumento” es Toulmin, por su trabajo de análisis complejo entre las interacciones de ideas, pruebas empíricas y autoridad intelectual, lo que el denominaría “ecología intelectual”, es necesario hacer algunas modificaciones a los elementos que constituyen una buena aproximación a lo que se definiría como un argumento; en la tabla 1, muestra una síntesis de los elementos mencionados por Jiménez, y que acorde a sus planteamientos, consolidan un buen ejercicio en clase, para promover la argumentación.

Tabla 1.

Elementos de un argumento, según los planteamientos de Jiménez, A, 2010.

ELEMENTO	CONCEPTUALIZACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Conclusiones	Dentro de los planteamientos de Jiménez Aleixandre, (2010), es importante mencionar que las conclusiones dentro de un argumento son el enunciado de conocimiento que se pretende probar o refutar. (Jiménez, A., 2010, pág. 70). Cuando se hace referencia a las ciencias experimentales, se menciona que allí se recalcan explicaciones causales de fenómenos de estudio, de ahí que resulta importante mencionar que es importante conocer el contexto sobre el cual se está llevado a cabo la argumentación.	Enunciado de conocimiento que se pretende probar o refutar
Pruebas	En un argumento, las pruebas hacen referencia al proceso de observación, hecho o experimento al que se apela para evaluar el enunciado (Jiménez, A., pág, 71). Los datos hacen referencia a la información, cantidades o magnitudes que se recolectan con el fin de llegar la comprobación de un enunciado, de ahí que resulta importante hablar de los datos en términos cualitativos y cuantitativos, resaltando que en las ciencias experimentales se cuentan con pruebas hipotéticas (datos hipotéticos) y	Información, cantidades o magnitudes expresadas en datos cualitativos o cuantitativos, los cuales permiten la comprobación de una conclusión.

ELEMENTO	CONCEPTUALIZACIÓN	CARACTERÍSTICAS
	pruebas empíricas (datos empíricos) (Bravo y Jiménez, A, 2009)	
Justificaciones	La justificación es muy importante dentro del proceso de la construcción de un argumento, ya que relaciona la conclusión con las pruebas (Jiménez, A., 2010, Pág. 75). En ese sentido resulta importante mencionar que las justificaciones dadas por los estudiantes pueden estar implícitas dentro de los supuestos dados, sin embargo, la autora reconoce que uno de los procesos que puede resultar más difícil para los estudiantes, corresponde al planteamiento de las justificaciones.	Relación de la conclusión con las pruebas o datos suministrados (datos hipotéticos) o calculados (datos empíricos)
Conocimientos teóricos	Durante el planteamiento de los argumentos, resulta importante tener ciertos conocimientos básicos, que permitan sustentar la justificación; esto se da bajo el manejo de ciertas leyes, teorías o modelos que respalden el tema de estudio, dándole más solidez al argumento (Jiménez, A., 2010, pág. 77)	Apelación a conocimientos teóricos que permiten la conexión entre los conceptos y los modelos científicos
Calificadores modales	Hacen referencia a las condiciones que suponen una matización del enunciado, como por ejemplo el grado de certeza o incertidumbre de este , algunos ejemplos: previsiblemente, probablemente, depende, siempre, entre otros (Jiménez, A., 2010, pág. 78)	Expresan condiciones que matizan la conclusión y justificación con un grado de certeza.
Refutación	Jiménez menciona que, en los últimos trabajos de argumentación, la refutación hace referencia a la crítica de las pruebas dadas por un adversario , es decir, simplemente hace referencia a un enunciado que está en oposición a otro.	Cuestionar las pruebas que sustentan la justificación dada.

7.7. ¿Cómo la argumentación contribuye el aprender a aprender?

La argumentación contribuye a competencias básicas y objetivos generales de la educación, como aprender a aprender y desarrollar el pensamiento crítico y la cultura científica. (Jiménez, A, 2010, p.p. 31)

Unos de los cuestionamientos más relevantes de Jiménez Aleixandre es si, ¿aprender a argumentar, promueve habilidades de pensamiento crítico en el aula de clase?, ante esto resulta importante mencionar que promover la argumentación en el aula de clase, aporta a varios objetivos de la educación, como por ejemplo contribuir a mejorar procesos de aprendizaje, en términos del aprender a aprender, lo cual contribuye a la formación misma de una sociedad responsable y participativa, y al fortalecimiento de competencias propias del trabajo en comunidad científica, lo que en términos de la autora se denominaría cultura científica.

Definitivamente, el aprender a aprender, supone la capacidad de continuar aprendiendo a lo largo de la vida, de manera activa, eficaz y autónoma. Es importante mencionar que fortalecer en los estudiantes esta habilidad, favorece el autocontrol sobre su propio conocimiento, a lo cual Jiménez, le ha asignado un nombre; el **“aprendizado”** para diferenciarlo del aprendizaje. (Jiménez, A, 2010, p.p. 38)

A continuación, la figura 4 menciona los elementos claves en la construcción de un argumento. Los recuadros que se encuentran en rojo (justificación y conocimientos básicos o respaldo teórico), se constituyen como la única modificación que hace la autora, respecto a los planteamientos de Toulmin.

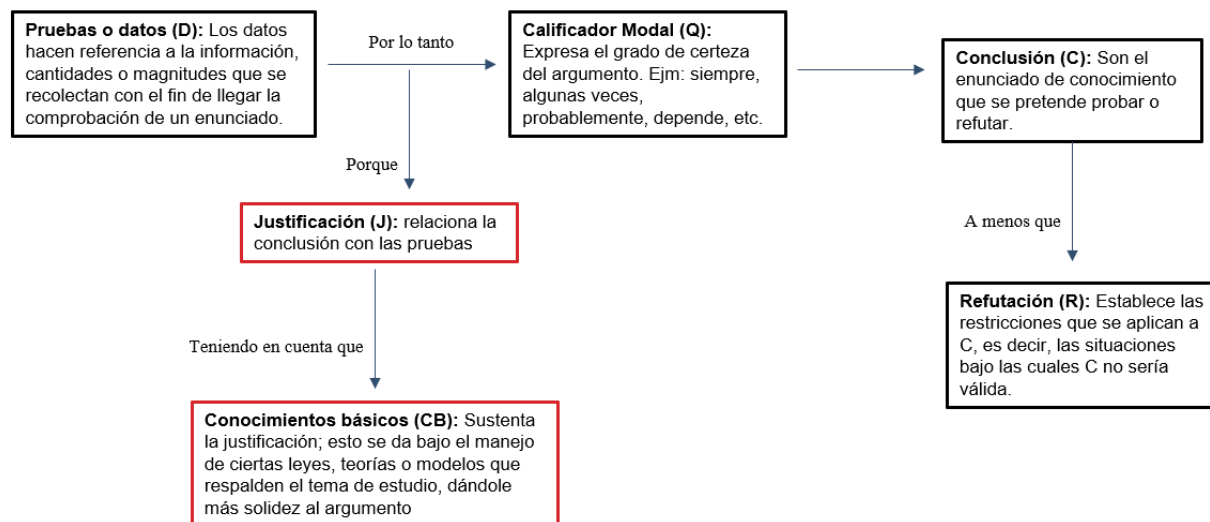


Figura 4. Tomado y adaptada de Jiménez, A., Lago, J., y Álvarez, V. (s.f). p.p.46

7.8. ¿En qué consiste el modelo propuesto en esta investigación?

Durante el desarrollo de la investigación, se identificó la posibilidad de proponer un modelo de enseñanza fundamentado en dos componentes: el Thinking Classroom y las 7E, como una oportunidad para generar nuevas estrategias de enseñanza de las ciencias en general y de la química en particular.

Sin embargo, resulta importante, definir qué se entiende por “modelo”. Adúriz & Ariza (2012), plantean desde un enfoque epistemológico, que los modelos en ciencias son “modelos-para”, es decir que constituye como un referente que sirve para algo, siendo construido con un fin y una intensión. (Adúriz & Ariza, p.p 1142).

Teniendo en cuenta lo anterior, y producto de la practica educativa llevada a cabo en el aula de clase, que se enmarca en las múltiples reflexiones en torno a los procesos de enseñanza aprendizaje, en esta investigación se propone la implementación de un modelo caracterizado por los componentes del Thinking Classroom y las 7E, el cual tiene como fin, mostrar cómo la sinergia entre ambos, logra dilucidar a los docentes en formación y en ejercicio, nuevas prácticas pedagógicas y didácticas, que pueden llegar a favorecer procesos de enseñanza en los estudiantes.

Sin embargo, es importante caracterizar el modelo propuesto, el cual se enmarca en tres preguntas fundamentales: ¿qué?, ¿cómo? y ¿para qué? El *¿qué?*, hace referencia al componente disciplinar que desea enseñar el docente, en seguida, el *¿cómo?*, recalca el componente pedagógico y didáctico fundamentado en los elementos del Thinking Classroom y las 7E y finalmente el *¿para qué?* está relacionado con los objetivos de aprendizaje, en esta investigación, el fortalecimiento de la habilidad argumentativa. A continuación, la figura 000, muestra el diseño propuesto.

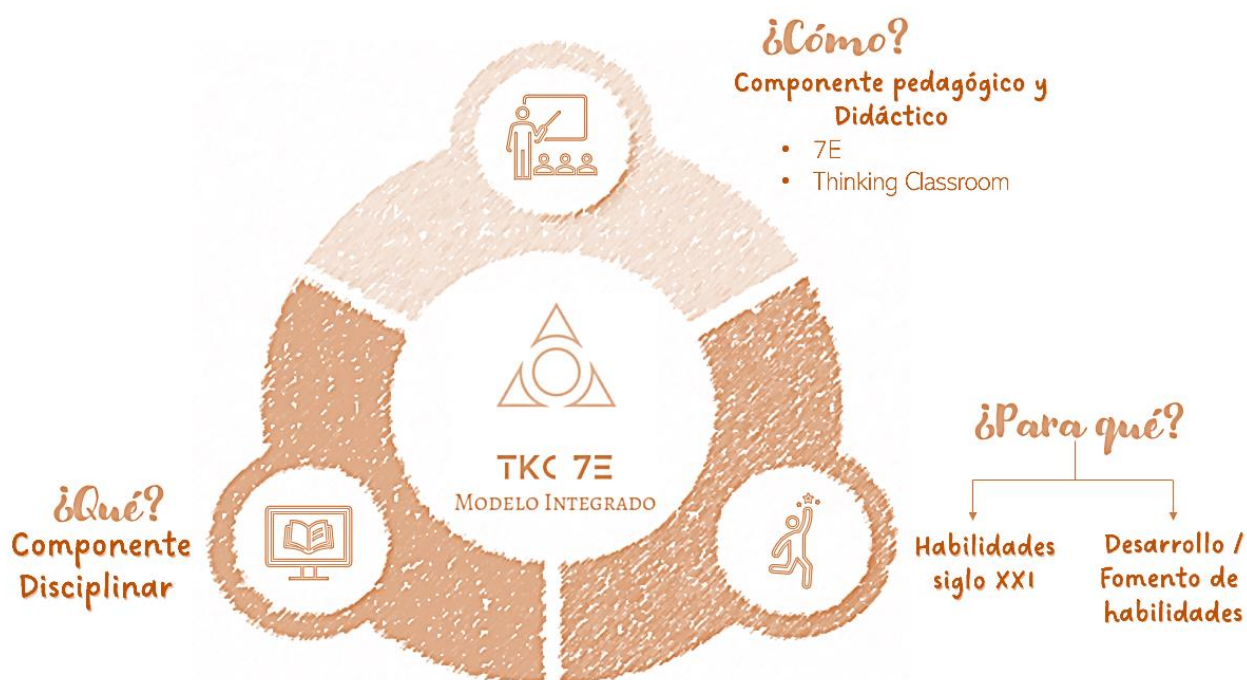


Figura 5. Modelo integrado TKC 7E. Construcción propia. 2023

7.8.1. ¿Qué es el Thinking Classroom?

Como se ha mencionado, aprender a aprender implica orientar a los estudiantes en procesos de aula significativos, que favorezcan sus procesos de enseñanza – aprendizaje. Desde el fortalecimiento de la argumentación, el reto de la investigación se enmarco en poder fortalecer en las clases de química, actividades y espacios que les permitiera a los estudiantes ser sujetos activos, críticos y participativos en su proceso de enseñanza. Esto implica, repensar las dinámicas que se llevan en las clases de ciencias en general y de química en particular, muy seguramente, desde el ejercicio de

profesionalización, cada docente cuenta con estrategias pedagógicas y didácticas claves para desarrollar los temas conceptuales del currículo, pero ahí, se resalta el toque innovador de esta investigación, ya que pensarse en otros espacios totalmente ajenos a las prácticas actuales, que se consolida como reto para los profesores, es una experiencia nueva, retadora y novedosa para los estudiantes. A continuación, se describen los aspectos teóricos relacionados con las prácticas del Thinking Classroom.

Las “*aulas pensantes*”, lo que en inglés sería el Thinking Classroom, se consolida como un enfoque que promueve el pensamiento crítico, dado que se centra en el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior en los estudiantes, desde edades tempranas. Esto ha representado un cambio significativo en la educación, ya que, desde hace años, los procesos formativos se han enfocado principalmente en desarrollar procesos de memorización que no favorecen el aprendizaje a largo plazo.

Este enfoque, se caracteriza por promover la participación de los estudiantes en espacios físicos idealizados para tal fin. En este tipo de espacios, los estudiantes son motivados a cuestionar, explorar, y resolver problemas de manera independiente y colaborativa, fomentando la creatividad para resolver problemas contextualizados que llevan implícitos conceptos teóricos para su resolución. Una de las iniciativas que motivó el desarrollo de esta investigación, consistió en pensar un enfoque diferente, que satisfaga las demandas del siglo XXI, las cuales exigen situaciones y procesos de aprendizaje más complejos. En conclusión, el Thinking Classroom representa un cambio revolucionario en la educación, al fortalecer y fortalecer el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, mostrando una fuerte acción de empoderamiento a los estudiantes. Quizá suene un término familiar, pero qué puede significar un ¿aula pensante?, ¿qué se quiere decir con este término?, ¿Qué implicaciones tiene para la clase manejar aulas pensantes?, ¿Qué prácticas en el aula incentivan a los estudiantes a no pensar?, como docentes, ¿se puede pensar en maneras en la que los estudiantes piensan de manera profunda? En primer lugar, esta propuesta se centra en el estudiante, permitiendo el desarrollo de la creatividad, la autonomía, el trabajo cooperativo, la rigurosidad y la curiosidad, entre otras.

En el panorama actual, la planificación y el diseño de las clases puede resultar difícil a los docentes, por lo cual es necesario diseñar e implementar actividades que ayuden a los estudiantes a ir más allá de los procesos de memorización, cálculos metódicos y lineales, que les dificultan aplicar los conocimientos adquiridos en el análisis y argumentación de situaciones contextualizadas. Si bien se podría pensar que en el aula se priorizan actividades que hacen de los estudiantes, jóvenes “no pensantes”, surgen alternativas y enfoques metodológicos divergentes, como el propuesto por Liljedahl, P. (2021), en su libro “Building thinking classroom in mathematics”, en el cual se brinda una moderna e interesante estrategia sobre cómo implementar prácticas óptimas en el aula, que desarrollen un entorno ideal para generar un aprendizaje profundo centrado en el estudiante.

Dentro de la propuesta de Liljedahl, se desarrollan catorce prácticas que permiten generar espacio de aulas pensantes. Estas son: 1. *Tipos de tareas usadas*, 2. *grupos colaborativos*, 3. *¿dónde trabajan los estudiantes*, 4. *¿cómo se dispone el mobiliario?*, 5. *¿Cómo se responden preguntas?*, 6. *¿Cómo se asignan tareas?*, 7. *¿Cómo se ven las tareas en un aula pensante?*, 8. *¿Cómo se fomenta la autonomía?*, 9. *¿Cómo se utilizan las sugerencias y extensiones en un aula de pensamiento?*, 10. *¿Cómo se consolida una lección?*, 11. *¿Cómo toman notas los estudiantes?*, 12. *¿Qué se evalúa?*, 13. *¿Cómo se utiliza la evaluación formativa* y 14. *¿Cómo se califica en un aula pensante?*. A continuación, en la figura 5 y 7 se describen los elementos que se retomaron para el diseño de las actividades en la estrategia didáctica; es importante mencionar que el criterio para la selección de estos elementos se fundamentó en el nivel de pertinencia de ejecución de cada uno de ellos, respecto a las actividades propuestas. Teniendo en cuenta lo anterior, se hace la descripción de las consideraciones teóricas para los elementos seleccionados, el orden del consecutivo se da acorde a la numeración hecha en las 14 prácticas de enseñanza propuestas por Liljedahl.



Figura 5. Componentes del Thinking Classroom trabajados en la implementación. Construcción propia, 2023.

- A. Tipos de tareas usadas:** Es importante que dentro del desarrollo de las clases se dé a los estudiantes tareas que los lleven a pensar, que fomenten esta habilidad tan importante. Por ello, Liljedahl (2021), menciona que se deben dar **tareas de pensamiento** que sean atractivas a los estudiantes. Concluyen que cuando se genera esa cultura del pensamiento, se logra que los estudiantes logren tiempos de pensamientos y reflexión más largos y significativos.
- B. Grupos colaborativos:** Dentro de esta estrategia resulta significativo mencionar, la importancia de generar en el aula de clase **grupos visiblemente aleatorios**, ya que favorece en los estudiantes el trabajo cooperativo y constante, manteniendo la mentalidad de pensamiento abierto, susceptible a la contribución y participación grupal. En la fase de implementación de la presente investigación, se utilizaron tres estrategias que facilitaron el trabajo aleatorio durante todas las clases, estos fueron: selección aleatoria de integrantes de grupo con palos de paleta (se escribió el nombre de cada estudiante en un palo de paleta y aleatoriamente se seleccionaron los grupos de trabajo), formando funciones inorgánicas a partir de memofichas; los tríos de estudiantes con la misma serie de elemento, serían lo que trabajarían, por ejemplo: Na^{1+} – Na_2O y $NaOH$ (grupo 1) y finalmente nombrando compuestos inorgánicos, en una memoficha se colocaba

la fórmula química y en la otra el nombre, las parejas que se conformaran aleatoriamente, al coincidir el nombre del compuesto químico con su fórmula, serían la pareja de trabajo conformada.

- C. ¿Dónde trabajan los estudiantes?:** Promover en los estudiantes el trabajo en **superficies verticales no permanentes**, favoreció en ellos la toma de riesgos, se fortaleció el trabajo cooperativo al tener en cuenta los aportes de todos para lograr la construcción de la actividad propuesta. En este tipo de ejercicios se promueve constantemente la mentalidad de pensamiento abierto y de construcción conjunta, debatiendo y poniendo de manifiesto las ideas consideradas por cada integrante del grupo.
- D. ¿Cómo se dispone el mobiliario?:** Durante la implementación, y según los planteamientos de Liljedahl (2021), se generó en el aula de clase un espacio de **aulas sin frente**, es decir se rompió totalmente con la tradicional ubicación por filas en un salón de clase, por el contrario, se generaron espacios que promueven el trabajo cooperativo, participativo, dialogante, de construcción y pensamiento constante, a continuación, se muestra un ejemplo propuesto por el autor.



Figura 6. Modelo aula pensante. Tomado de Thinking Classrooms in Mathematics.

Liljedahl, P. (2021)



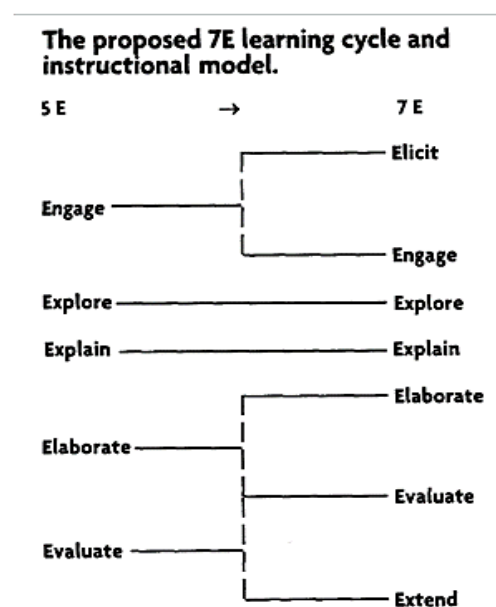
Figura 7. Componentes del Thinking Classroom trabajados en la implementación.
Construcción propia, 2023.

- E. ¿Cómo se responden preguntas?:** Este ejercicio de responder preguntas en el aula de clase, resulta ser fundamental, ya que, en un aula pensante, no se responden las preguntas de los estudiantes con afirmaciones como: *si, no, está bien, corrígelo*, por el contrario se generan **preguntas para seguir pensando**, preguntas que les permitan a los estudiantes seguir pensando, seguir intentándolo y seguir cuestionándose.
- F. ¿Cómo se asignan tareas?:** La metodología empleada por los profesores de la universidad de Waterloo, demostró que poner a los estudiantes las tareas en los primeros cinco minutos de la sesión, resulta mucho más significativo, que proponerlas durante el desarrollo de la clase, por ende, durante la implementación se generaron las tareas de clase de manera **verbal** durante los primeros cinco minutos de la clase y las tareas de cierre se hicieron durante los últimos cinco minutos de la clase, con el fin de promover el pensamiento en los estudiantes.
- G. ¿Cómo se consolida una lección?:** En un aula pensante, la consolidación requiere un enfoque opuesto: **trabajar hacia arriba desde lo básico**. Por ende, al finalizar cada fase, se realizó una sesión de cinco minutos de consolidación de

la lección trabajada en clase, esto favoreció la participación de todos los estudiantes y la puesta en común de las cuestiones que generaron mayor dificultad, con el fin de generar entre todos el cierre y la conclusión de la actividad propuesta.

H. ¿Cómo se utiliza la evaluación formativa?: En este orden de ideas es importante mencionar que el autor recalca la diferencia entre la evaluación sumativa y la formativa. Respecto a la primera, típicamente lo que se hace es buscar la recopilación de información, con el fin de sustentar la calificación obtenida por el estudiante, mientras que, en este caso puntual, la evaluación formativa, busca la ***manera de ayudar a los estudiantes a comprender dónde están (lo que saben) y hacia dónde se dirigen (lo que aún tienen que aprender)***, con esto, se logra que los estudiantes se vuelvan sujetos activos en su proceso de aprendizaje, mejorando su desempeño en las pruebas unitarias entre un 10% y 15%. (Liljedhal, P, 2021, p.p.56)

7.8.2. Modelo de las 7E planteado por Eisenkraft



El modelo de las 7E es una estrategia propuesta por el profesor Arthur Eisenkraft en el año 2003. En esta propuesta el autor propone siete etapas en las cuales se puede desarrollar un proceso educativo, ya que están relacionadas entre ellas. El autor mejoró el modelo propuesto por Bybee (1997), quien proponía 5E, pero de dicha modificación se obtuvo el siguiente esquema

Este modelo se consolida como una estrategia que permite hallar un hilo conductor en la planeación y elaboración de unidades didácticas, que tengan

como fin propender por un aprendizaje significativo en los estudiantes, a continuación, en la figura 8 se describen las 7E:

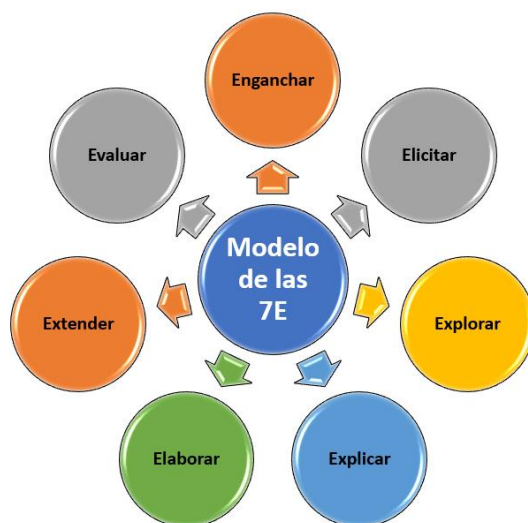


Figura 8. Modelo de las 7E. Construcción propia, 2023.

- A. Enganchar:** Consiste en originar interés y curiosidad en los estudiantes, involucrándolos en su proceso.
- B. Elicitar:** Aquí es importante conocer las concepciones iniciales que los estudiantes tienen, para así saber sus necesidades y generar ambientes apropiados.
- C. Explorar:** A partir del planteamiento de varias actividades de aprendizaje (proyectos, situaciones problema, experimentos), los estudiantes profundizan en el tema de estudio, para mejorar su comprensión.
- D. Explicar:** El profesor hace uso de terminología netamente disciplinar, para lograr que sus estudiantes refuercen y complementen los resultados obtenidos en su exploración.
- E. Elaborar:** Aquí el estudiante tiene la facilidad de aplicar el nuevo conocimiento en nuevas preguntas de interés y nuevos problemas planteados.
- F. Extender:** Al hacer uso de esta parte del modelo, se tiene la capacidad de transferir y aplicar el aprendizaje a nuevos dominios que exijan de ellos un mayor nivel de creatividad.
- G. Evaluar:** Se realiza una evaluación formativa a partir de la implementación de instrumentos que permitan dar cuenta de todo lo realizado en las otras etapas.

8. Componente disciplinar del concepto gas

Para el planteamiento de la estrategia didáctica, es fundamental retomar los conceptos disciplinares que son objetivos de esta investigación. Cuando se refiere a la enseñanza del concepto gas en la básica secundaria, se reconoce en este tema una oportunidad para emplear un proceso dinámico y contextualizado sobre todos los componentes teóricos que sustentan la formación científica de los estudiantes, respecto a la enseñanza del concepto gas. Para lo cual, resulta fundamental comprender las propiedades y comportamiento de los gases, así como las leyes que rigen el estado gaseoso de la materia. En consecuencia, es importante resaltar, que abordar la enseñanza de este tema, mediante la implementación del modelo integrado del Thinking Classroom y las 7E, brinda a los estudiantes herramientas que les permiten afianzar y profundizar en el aprendizaje de los gases, mediante una aproximación integral y activa que permita maximizar la comprensión y la aplicación por parte de los estudiantes.

8.1. Concepto de gas

Algunas de las sustancias químicas que son importantes en condiciones ambientales, se relacionan en la atmósfera como una mezcla de gases; en la composición química del aire seco, se encuentra que los gases con mayor importancia son el N_2 y el O_2 , sin embargo, también se tienen gases en concentraciones menores de otros gases. Se denomina *gas* al estado de agregación de la materia que no tiene forma ni volumen propio. Lo constituyen moléculas expandidas, con distancias intermoleculares amplias y poca atracción, lo cual provoca que no presenten volúmenes y formas definidas, haciendo que ocupe todo el espacio que lo contiene.

Científicos como Torricelli (1643), Boyle (1660), Charles (1787) y Graham (1831) aportaron bases experimentales importantes para comprender el comportamiento de los gases, sus bases experimentales, mostraron cinco aspectos importantes (Whitten, Davis, Peck & Stanley, 2015, p.p 403)

- 1. Los gases se comprimen con facilidad a volúmenes pequeños; esto es, su densidad puede acrecentarse por un aumento de presión.*

2. Los gases ejercen presión sobre sus alrededores y, a su vez, debe ejercerse presión para confinarlos.

3. Los gases se expanden sin límite alguno, de suerte que las muestras gaseosas ocupan por completo y de manera uniforme el volumen de cualquier recipiente.

4. Los gases se difunden entre sí, de modo tal que cuando se colocan muestras de gases en el mismo recipiente se mezclan por completo; por el contrario, los diferentes gases de una mezcla no se separan en reposo.

5. La cantidad y propiedades de los gases se describen en términos de la temperatura, presión, volumen ocupado y número de moléculas presente; por ejemplo, una muestra de gas ocupa mayor volumen a la misma presión cuando está caliente que cuando está frío; sin embargo, el número de moléculas no cambia

8.2. Concepto de presión

La presión se define como fuerza por unidad de área; por ejemplo, libras por pulgada cuadrada (lb/pulg²), que se conocen como *psi*. Como se verá, la presión puede expresarse en muchas unidades distintas. El barómetro de mercurio es un dispositivo sencillo para medir la presión atmosférica. La presión del aire se mide en términos de la altura de la columna de mercurio, esto es, la distancia vertical entre la superficie del mercurio del recipiente abierto y la del interior del tubo cerrado. La presión que ejerce la atmósfera es igual a la presión que ejerce la columna de mercurio. (Whitten, et, al., p.p 403). Dentro de este concepto, resulta importante comprender que la presión atmosférica varía acorde a las diferentes condiciones atmosféricas a las que se someta y la distancia sobre el nivel del mar, comprendiendo que la presión atmosférica disminuye con la altitud, ya que hay una masa inferior de aire sobre el lugar.

8.2. Leyes de los gases

Para estudiar el comportamiento de las sustancias que existen como gases en condiciones atmosféricas normales se deben tener en cuenta muchas variables como por ejemplo el tipo de fuerzas intermoleculares e intramoleculares que actúan en la molécula. Debido a su comportamiento más previsible (en comparación con líquidos y

sólidos) cuando se modifican variables como la presión, el volumen o la temperatura, los gases han tenido un papel muy destacado en la química (Chang, 2010, p.p 179). A continuación, se resumen las leyes que se deben tener en cuenta al momento estudiar el comportamiento de los gases:

8.2.1.1. Ley de Boyle-Mariotte: relación volumen – presión

En el siglo XVII, Robert Boyle estudio el comportamiento de los gases. En una serie de experimentos, Robert analizó la relación entre la presión y el volumen de una muestra de un gas. Cuando la presión aumenta, el volumen ocupado por el gas disminuye. Por lo contrario, si la presión aplicada disminuye, el volumen ocupado por el gas aumenta. Esta relación se conoce como la **ley de Boyle**, según la cual la *presión de una cantidad fija de un gas a temperatura constante es inversamente proporcional al volumen del gas* (Chang, 2010, pág. 179). Su relación se presenta en la siguiente ecuación:

$$P * V \propto K$$

La figura 9, muestra la representación del experimento de Boyle. Una muestra de aire se encapsula en un tubo de manera que se pueda modificar la presión del aire y medir su volumen.

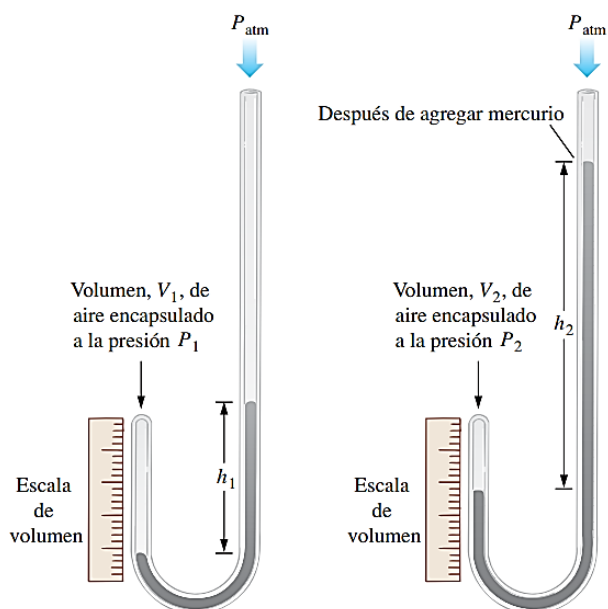


Figura 9. Representación de la ley de Boyle. Tomada de Whitten, et, al., 2015, p.p 408

8.2.1.2. Ley de Charles: relación volumen – temperatura

La ley de Boyle depende de que la temperatura del sistema permanezca constante, pero ¿qué sucede si las otras variables (presión y volumen) son las que permanecen constantes? Los primeros investigadores que estudiaron esto, fueron los científicos franceses Jacques Charles y Joseph Gay-Lussac. Sus estudios demostraron que, a una presión constante, el volumen de una muestra de gas se expande cuando se calienta y se contrae al enfriarse. A cualquier presión dada, la gráfica de volumen en relación con la temperatura es una línea recta (Chang, 2010, pág. 182). Esta relación se evidencia en la siguiente ecuación:

$$\frac{V}{T} \propto K$$

La ecuación anterior, se conoce como **ley de Charles**, la cual establece que el *volumen de una cantidad fija de gas mantenido a presión constante es directamente proporcional a la temperatura absoluta del gas.*

Por su parte, la siguiente ecuación conocida como la **ley de Gay-Lussac** establece que *la presión de una cantidad fija de gas mantenido a volumen constante es directamente proporcional a la temperatura absoluta del gas* (Chang, 2010, pág. 182).

$$\frac{P}{T} \propto K$$

8.2.1.3. Ley de Dalton de las presiones parciales

Muchas de las sustancias gaseosas que nos rodean son mezclas conformadas por varios gases, resaltando que los moles totales de una mezcla gaseosa está dada por: $n_{total} = n_A + n_B + n_C \dots$, por lo que, la presión total que ejerce una mezcla de gases ideales es igual a la suma de las presiones parciales de esos gases. A continuación, la figura 10, muestra la ilustración de la ley de Dalton, cuando los gases A y B se mezclan en el mismo recipiente a la misma temperatura ejercen una presión igual a la suma de sus presiones parciales. (Whitten, et, al., 2015, p.p 421)

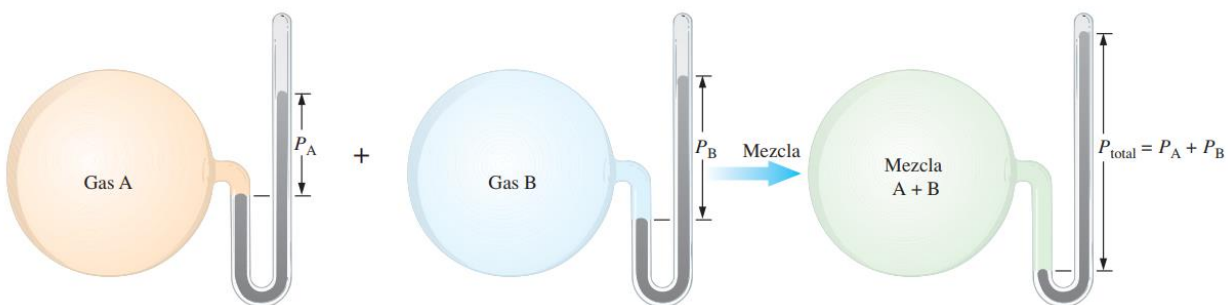


Figura 10. Ilustración ley de Dalton. Tomada de Whitten, et, al., 2015, p.p 421

La composición de cualquier mezcla puede describirse en términos de la fracción molar de cada componente. La fracción molar, X_A , del componente A en una mezcla se define como:

$$X_A = \frac{\text{moles de A}}{\text{moles totales de todos los componentes}}$$

8.3. Teoría cinético molecular de los gases

El matemático y físico, Daniel Bernoulli, propuso el análisis de las moléculas gaseosas en un constante movimientos, lo que generaba choques contra las paredes del recipiente que las contenía, lo que ocasionaba como resultado, una incidencia en la presión. De ahí que, bajos los experimentos resumidos en las leyes de Dalton, Boyle, Charles y Avogadro, se postularon cuatro postulados que definen los principios básicos de la teoría cinético – molecular de los gases, a continuación, se retoman los cuatro postulados:

1. *Los gases se componen de moléculas discretas. Las moléculas individuales son muy pequeñas y están muy separadas en relación con su propio tamaño.*
2. *Las moléculas gaseosas están en movimiento aleatorio continuo en línea recta a velocidad variable.*
3. *Las colisiones entre las moléculas gaseosas y contra las paredes del recipiente son elásticas; durante una colisión, la energía total se conserva; esto es, no hay ganancia ni pérdida neta de energía.*
4. *En cualquier momento dado, sólo una pequeña fracción de las moléculas se encuentran involucradas en las colisiones. Entre colisiones, las moléculas no ejercen fuerzas de atracción ni de repulsión entre sí; en su lugar, cada molécula viaja en línea recta a velocidad constante.* (Whitten, et, al., 2015, p.p 428)

8.4. Fluido

Es importante comprender este concepto desde la física, ya que dentro del desarrollo de estrategia didáctica se tuvo presente para el planteamiento de la actividad del buzo. Desde la física, un fluido hace referencia a cualquier sustancia que puede fluir y cambiar su forma a la del volumen que ocupa. Este término se usa tanto para gases como para líquidos, la principal diferencia entre estos es que un líquido tiene cohesión, mientras que un gas no. En un líquido, las moléculas están cercanas entre sí, lo que permita que puedan existir fuerzas atractivas entre ellas, de ahí que, una cantidad de líquido mantiene el mismo volumen conforme fluye. (Young & Freedman, 2018, p.p. 369)

Los fluidos ejercen una fuerza perpendicular a cualquier superficie en contacto, en este caso en particular, haciendo referencia a el cuerpo del buzo sumergido en el fluido. Aunque el fluido se encuentra en reposo, las moléculas que lo constituyen están en movimiento; por ende, la fuerza ejercida por el fluido es debido a los choques de las moléculas con su entorno

Cuando se estudian líquidos en reposo, es importante comprender la presión hidrostática, de modo que, todas las partículas de un cuerpo liquido en reposo, experimentan la acción de las partículas que están sobre ellas. Dicha acción de las fuerzas dentro del liquido reciben el nombre de presión hidrostática

8.5. Presión atmosférica

Este concepto, también es calve en la comprensión de las actividades propuestas en la estrategia didáctica. Se debe entender la presión atmosférica, como la presión de la atmosfera terrestre, dicha presión presenta variaciones con cambios de clima o de altitud. (ver figura 11). Particularmente para el caso de la actividad del buceo, se debe comprender que cuando una persona se sumerge a gran profundidad en el mar, se llega a sentir en los oídos que la presión se incrementa al aumentar la profundidad. De ahí que, se pueda deducir una relación entre la presión p en cualquier punto del fluido en reposo y la altura

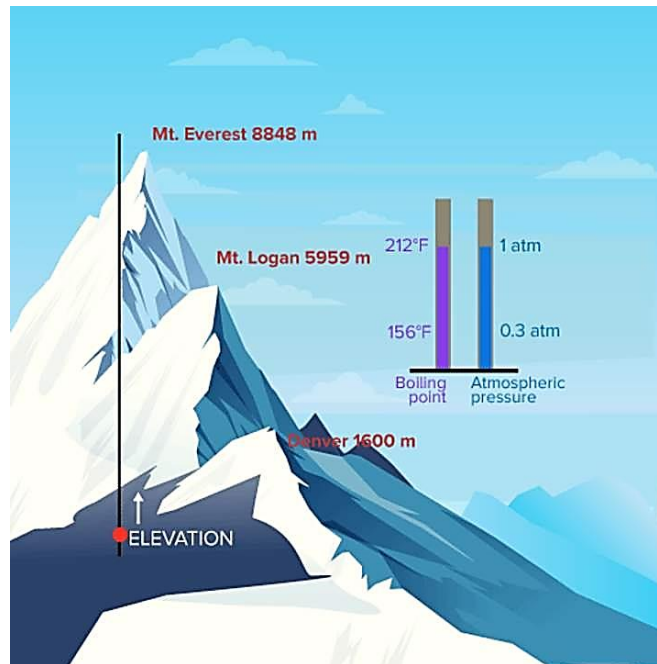


Figura 11. Relación altitud y presión atmosférica en el monte Everest.

8.6. Marco legal

Teniendo en cuenta los planteamientos del Ministerio de Educación Nacional, desde el rol docente se debe llevar a cabo la planeación de la practica educativa, la cual hace referencia a la organización de las practicas educativas, desde una fundamentación pedagógica, reconociendo factores del contexto, es decir que, desde el planteamiento del currículo, se deben diseñar estrategias que partan. Partiendo de los estándares básicos de competencias planteados por MEN (2006), es de resaltar el llamado que hacen a la educación, para hacer de ella un medio por el cual los estudiantes comprendan la complejidad del mundo mediante la apremiante oportunidad de adquirir nuevos conocimientos, que les permitan entender las dinámicas de su entorno, es decir, las situaciones que en él se presentan y los fenómenos que acontecen en él. Se espera que a partir de este ejercicio, los estudiantes pueden contribuir a la transformación social, desde una postura crítica y ética que den cuenta de la importancia de las ciencias naturales en la sociedad. (MEN, 2006, p.p 96). Resulta interesante para esta investigación, retomar esta información

...[Una de las metas fundamentales de la formación en ciencias es procurar que los y las estudiantes se aproximen progresivamente al conocimiento científico, tomando como punto de partida su conocimiento “natural” del mundo] (MEN, 2006, p.p 104).

Resulta interesante pensar como desde el conocimiento científico, se lleva a los estudiantes a ampliar su comprensión y por ende la posibilidad de poder argumentar de manera más profunda los fenómenos que ocurren en su propio entorno, esto permite que el estudiante desarrolle habilidades de pensamiento crítico que le permitan ser un sujeto más activo y crítico frente a los fenómenos estudiados. Partiendo de lo anterior, se plantean los derechos básicos de aprendizaje (DBA), los cuales se constituyen como aquellos aprendizajes estructurantes que los estudiantes deben desarrollar año tras año. Partiendo de lo anterior, a continuación, la tabla 2, relaciona los DBA requeridos por el MEN, para la enseñanza del tema “gases” en estudiantes de básica secundaria.

Tabla 2.

DBA ciencias naturales. Construcción propia.

Aprendizaje	Evidencia
Comprende que el comportamiento de un gas ideal está determinado por las relaciones entre Temperatura (T), Presión (P), Volumen (V) y Cantidad de sustancia (n).	Interpreta los resultados de experimentos en los cuales analiza el comportamiento de un gas ideal al variar su temperatura, volumen, presión y cantidad de gas, explicando cómo influyen estas variables en el comportamiento observado
	Explica el comportamiento (difusión, compresión, dilatación, fluidez) de los gases a partir de la teoría cinético molecular.
	Explica eventos cotidianos, (funcionamiento de un globo aerostático, pipetas de gas, inflar/ explotar una bomba), a partir de relaciones matemáticas entre variables como la presión, la temperatura, la cantidad de gas y el volumen, identificando cómo las leyes de los gases (BoyleMariotte, Charles, Gay-Lussac, Ley combinada, ecuación de estado) permiten establecer dichas relaciones.

Tomada de: Derechos básicos de aprendizaje (DBA) Ciencias Naturales (2016).

Capítulo III: Diseño metodológico

9. DISEÑO METODOLÓGICO

9.1. Enfoque y diseño de la investigación

Esta investigación se realiza a partir del enfoque mixto, con un diseño de investigación holística, de tipo descriptivo. La finalidad del diseño en mención permite al investigador comprender en su totalidad, las distintas situaciones particulares de una población específica, las cuales se comprenden en conjunto y no de manera fragmentada (Morin, 1997). Se utiliza un tipo de investigación holística descriptiva, ya que, a partir de ella, se espera lograr una descripción o caracterización de una situación en particular, en este caso en especial, describir y caracterizar los tipos de argumentos construidos por los estudiantes, a partir de las actividades propuestas en la estrategia didáctica “*es cuestión del gas*” (Hurtado de Barrera, 2000).

Es importante mencionar que el ejercicio de introspección pedagógica, que se realizó desde las clases de química llevadas a cabo en el Gimnasio Vermont, se dinamiza con la reflexión constante, lo cual permitió evidenciar la necesidad de mejorar e implementar la estrategia mencionada, con el objetivo de fortalecer en los estudiantes la habilidad argumentativa.

Dentro del análisis de la información, resulta interesante desarrollar esta investigación a partir de un análisis de contenido, que permite estudiar los componentes lexicométricos de los conjuntos de datos, en la medida que permite desglosar y delimitar de manera minuciosa el detalle del contenido obtenido en los argumentos construidos por los estudiantes. A partir de la identificación de patrones de estudio (palabras clave), este análisis de contenido se hace de manera sistemática, lo cual permite establecer las categorías de análisis a desarrollar (Cáceres, 2003).

Finalmente, abordar esta metodología mixta, con un enfoque holístico y enmarcado en el análisis de contenido, se consolida como una estrategia adecuada para analizar la complejidad de la investigación, proporcionando una visión más completa de los datos

obtenidos y una interrelación de las categorías de análisis y los objetivos de la investigación.

Se realizó la interpretación de los datos cualitativos, a partir de indicadores textuales como el *Hápax* y *especificidades*, obteniéndose las palabras de mayor frecuencia dentro de los corpus de texto analizados y las ocurrencias halladas. Teniendo en cuenta lo anterior, este capítulo se centra, en desarrollar la estructura en torno a la forma en la que se realizó la recolección de datos, que como se mencionó, dentro de esta investigación, maneja el enfoque metodológico del análisis del contenido, el cual implicó la implementación de algunos descriptores estadísticos textuales y lexicométricos, con el objetivo de dar robustez al método implementado.

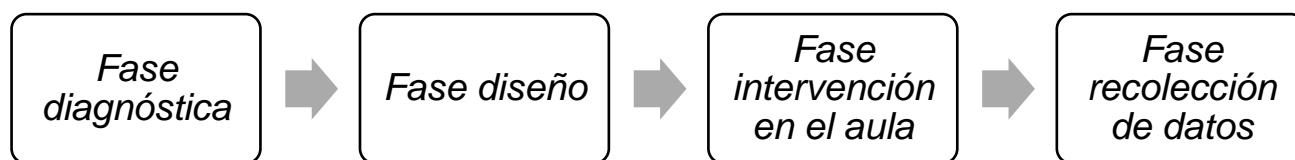
Este capítulo relata de manera detallada las fases implementadas en la investigación: a) Identificación y análisis del nivel de argumentación, mediante la implementación del Test de Halpern, b) diseño de la estrategia didáctica “es cuestión del gas”, fundamentada en los elementos del Thinking Classroom y las 7E, c) Adaptación de espacios físicos para la implementación de la estrategia del Thinking Classroom, d) Implementación de actividades y transcripción de resultados y e) Caracterizar estrategias necesarias para la implementación del Software IRAMUTEQ.

9.2. Participantes

Esta investigación se realizó con 20 estudiantes de grado undécimo del Gimnasio Vermont, quienes cursan el programa de química nacional. No se trabajó con grupo control, ya que como se mencionó en los objetivos, la razón de este trabajo de investigación radica en describir y analizar el fortalecimiento de los niveles de argumentación desarrollados por los estudiantes. De tal manera que se logre dar cuenta de la incidencia del modelo integrado del Thinking Classroom y las 7E en dicho objetivo propuesto.

9.3. Etapas de la investigación

La investigación se desarrolló en cuatro fases, a continuación, se detalla cada una de ellas:



9.3.1.1. Fase diagnóstica

Aplicación del Test de Halpern: La evaluación del progreso del pensamiento crítico, es un tema que se ha venido estudiando por múltiples investigadores. Sin embargo, Halpern (2006) ha propuesto un test innovador que lleva como nombre “*Halpern Critical Thinking Assessment Using Everyday Situations (HCTAES)*”, el cual trata de dar respuesta a lo que se entiende por pensamiento crítico. En esta investigación se aplicó este test a los 20 estudiantes, con el objetivo de conocer el estado inicial con respecto a la habilidad argumentativa. Sin embargo, es importante mencionar, que, para esta investigación, solo se aplicó de la situación problema 11 a la 15, modificando las situaciones problema planteadas por el autor, ya que las originales son propuestas desde un enfoque político y social. A continuación, la tabla 3, muestra los objetivos de cada situación problema y las modificaciones realizadas:

Tabla 3.

Objetivos del test de Halpern y sus modificaciones. Construcción propia.

Situación	Objetivo	Situación planteada
11	Determinar si el estudiante se da cuenta que se puede hacer un cálculo estequiométrico para determinar experimentalmente la cantidad producida de una sustancia en la reacción química.	Se propone una situación problema, en la cual el estudiante debe analizar que ocurre entre la reacción de un metal con ácido clorhídrico y calcular estequímicamente la cantidad de hidrogeno producido
12	Determinar si el estudiante identifica las partes clave de un argumento: la	La actividad está enmarcada en el planteamiento de una situación que hace énfasis en la problemática de

	conclusión, las razones y el contra-argumento.	trabajar con sustancias radioactivas.
13	Determinar si el estudiante puede generar un argumento que contenga una razón, una conclusión y un contra-argumento.	La situación problema hace referencia a la formación de médicos con un componente integral.
14	Determinar si el estudiante puede reconocer una falacia.	A partir del objetivo de esta situación, se propone una situación en la cual los estudiantes deben evaluar e identificar la pertinencia de un programa de universidad de química inorgánica.
15	Determinar si el estudiante puede proporcionar una opinión, una razón y una conclusión.	Se plantea una situación enmarcada en la importancia de la formación educativa respecto a la catedra para la sostenibilidad.

9.3.1.2. Fase diseño

Diseño de estrategia didáctica: Se diseñó la estrategia didáctica “*es cuestión del gas*”, haciendo énfasis en las características propuestas por el modelo integrado del Thinking Classroom y las 7E. En este sentido, es necesario mencionar que, dentro de la estructuración de cada actividad, se describieron los elementos a trabajar del TC, así como las 7E empleadas para cada una de ellas. Sin embargo, es importante recalcar que los elementos de TC se ven evidenciados durante las sesiones de aplicación de las actividades, ya que hacen referencia a aspectos físicos y procedimentales del desarrollo de la clase.

Por otra parte, se menciona que los niveles de argumentación propuestos en esta investigación surgen de una previa revisión de antecedentes teóricos y los objetivos de aprendizaje que se tienen en la estrategia didáctica. Una de las preguntas que orientó la construcción de los niveles de argumentación propuestos en esta investigación, es la siguiente: *¿Cómo saber lo que saben los estudiantes?*, y de ahí se desglosó todo un

análisis, que orientó la construcción de los niveles de argumentación. El hecho de preguntarse cómo a partir de la argumentación y del uso de los elementos que la componen, pueden fortalecer y desarrollar el pensamiento crítico en los estudiantes.

En palabras de Jiménez (2008), la argumentación cumple varios objetivos:

[...] a) objetivos relacionados con la mejora de los procesos de aprendizaje, lo que se consideraría el aprender a aprender, b) objetivos relacionados con la formación de una ciudadanía responsable, capaz de participar en las decisiones sociales ejerciendo el pensamiento crítico y c) objetivos sobre el desarrollo de competencias relacionadas con las formas de trabajar de la comunidad científica, con el desarrollo de ideas sobre la naturaleza de las ciencias que hagan justicia a su complejidad, lo que se denomina a veces *cultura científica*. (Jiménez et al., 2010 p.p 32),

Como se ha mencionado, el interés de esta investigación se enmarca en el objetivo de que los estudiantes fortalezcan el “aprender a aprender”, ya que se considera que de esa manera se contribuye a desarrollar en los estudiantes habilidades básicas de la educación, los cuales mejoran los procesos de aprendizaje.

Como se evidencia en el capítulo 1, que constituye la descripción del marco teórico, se identifican los elementos que constituye un argumento, por lo que se decidió proponer tres niveles de argumentación: **empírico**, **analítico** y **hermenéutico**, diferenciándolos por el nivel de rigurosidad y el uso de los diferentes elementos propuestos por Jiménez et al. (2010).

La tabla 4, muestra los tres niveles de argumentación propuestos para el análisis:
nivel 1 – argumento empírico; nivel 2 – argumento analítico; nivel 3 – argumento hermenéutico

Tabla 4.
Niveles de argumentación

NIVELES DE ARGUMENTACIÓN		
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
Argumento empírico	Argumento analítico	Argumento Hermenéutico
El argumento consiste en una simple afirmación o dato que da una explicación inicial del fenómeno estudiado. Utiliza de manera básica el respaldo teórico .	El argumento cuenta con una conclusión y al menos datos, justificaciones y uso de respaldo teórico que respalden el fenómeno de estudio.	El argumento muestra claramente una conclusión, pruebas, justificaciones y el uso de respaldo teórico, calificadores modales, y al menos una refutación

A continuación, se realiza la descripción de cada nivel de argumentación propuesto:

A. Argumento empírico: Este nivel se centra en la identificación preliminar de los datos presentes en el contexto y un análisis inicial en torno a los datos observados. En este sentido, se llega a la explicación de un fenómeno a partir de los datos suministrados. Aquí el fenómeno se explica igual a como se evidencia en la realidad, es decir, no se visualiza un interés del estudiante por describirlo de manera más profunda, o que se plantee cuestionamientos que lo motiven a análisis más profundos. En ese orden de ideas, un estudiante ubicado en este nivel hace uso de *afirmaciones, un respaldo teórico débil y datos*.

B. Argumento analítico: En este nivel de argumentación, se resalta un análisis crítico y detallado sobre el fenómeno de estudio. Aquí el nivel de construcción del argumento va más allá de un proceso de observación superficial, por el contrario, se espera que un estudiante ubicado en este nivel de argumentación tenga las habilidades necesarias para crear conexiones interdisciplinarias, que le permitan explicar la situación problema, esto dará mayor complejidad a su proceso de aprendizaje. El nombre del nivel considera que este proceso de argumentación implica que los estudiantes hagan un proceso de análisis crítico, en relación con el uso de *conclusiones, datos, justificaciones y respaldo teórico*.

C. Argumento hermenéutico: Como se ha venido recalando, la argumentación implica que un estudiante pueda dar cuenta de una situación en particular. Este proceso tiene mucho que ver con la hermenéutica filosófica que da preeminencia a la comprensión, el dialogo y la interpretación. (Wenger, 2015). En ese orden de ideas, se decidió que el nivel de mayor complejidad en esta investigación se denominara **nivel Hermenéutico**, dado que se espera que los estudiantes allí ubicados, muestren en la construcción de un argumento como hacen uso de datos, *conclusiones, pruebas, justificaciones, respaldo teórico, calificadores modales y refutaciones*, elementos mencionados por Jiménez Aleixandre (Jiménez., et al., 2010)

Como se describió, los elementos mencionados por Jiménez., et al. (2010), son los siguientes: CONCLUSIONES, PRUEBAS, JUSTIFICACIONES, RESPALDO TEÓRICO, CALIFICADORES MODALES Y REFUTACIONES. Estos componentes se organizan de acuerdo con los planteamientos de la autora, quien menciona que habitualmente los estudiantes hacen uso de las conclusiones, las pruebas y las justificaciones, pero es realmente significativo encontrar respuestas con un respaldo teórico, calificadores modales o refutaciones, lo cual muestra un avance en la argumentación como una habilidad clave del pensamiento crítico

Las actividades propuestas en la tabla 5, tienen una secuencia coherente y consistente, ya que para cada actividad propuesta se tiene un número de preguntas determinado y cada pregunta apunta a fortalecer un nivel de argumentación en específico, acorde con los criterios planteados por Jiménez et al. (2010), y con la descripción realizada anteriormente. A continuación, se presenta la tabla 5 que relaciona esta información:

Tabla 5.

Objetivos de las actividades diseñadas

ACTIVIDAD		PREGUNTA	NIVEL DE ARGUMENTACIÓN ESPERADO	CRITERIO (JIMÉNEZ ET AL., 2010)
1	¿Qué tan profundo se llega en el buceo?	1	Empírico	Interpretar datos; construir explicaciones causales a partir de datos; elaborar predicciones
		2	Analítico	
		3		

		4	Hermenéutico	
2	¿Cómo se comportan los gases?	1	Analítico	Relacionar modelización y argumentación; realizar una modelización
		2	Analítico	
		3	Hermenéutico	
3	Permanencia de los astronautas de la crew-4, en la estación espacial internacional (EEI)	1	Analítico	Identificar pruebas que apoyan uno u otro enunciado; elegir explicaciones causales en base a las pruebas
		2	Hermenéutico	
		3		
4	Anestesiología, una combinación química perfecta	1	Empírico	Evaluar un enunciado a la luz de las pruebas, desarrollar el pensamiento crítico
		2	Hermenéutico	
		3		
5	El titán no soportó tanta presión	1	Hermenéutico	Predecir resultados en un nuevo contexto; relacionar causas y efectos
		2		

Como se mencionó anteriormente, la estrategia didáctica se enmarco en los dos componentes del modelo integrado: a) elementos del Thinking Classroom y b) elementos de las 7E. Atendiendo a esta importante delimitación, a continuación, la tabla 6 muestra a modo de ejemplo, el esquema que se empleó al momento de diseñar todas las actividades.

Tabla 6.

Estructura de las actividades desarrolladas

ACTIVIDAD 1	
Se escribe el criterio propuesto por Jiménez et. al. (2010). (se relacionan en la tabla 5)	
Concepto de gas trabajado	
Objetivo de la actividad	Se hace énfasis en el objetivo de aprendizaje que se quiere lograr al finalizar la actividad, en relación con el tipo de prueba que se está trabajando y el nivel de argumentación propuesto para cada pregunta.

¿Qué elemento del argumento se trabajará?	Se especifica qué elemento del argumento se trabajará
Actividad	Se muestra el detalle de la actividad propuesta.
Elementos 7E	Se detalla de las 7E propuestas, cuales se desarrollarán en la actividad.
Elementos Thinking Classroom	Se describen los elementos del Thinking Classroom que se trabajarán durante la implementación de la actividad.
Al finalizar la actividad	Este espacio se diligenciará por parte de la docente, una vez finalice la implementación, ya que se considera como un punto de análisis reflexivo en torno a la actividad aplicada.

Teniendo en cuenta la información suministrada anteriormente, resulta fundamental hacer la descripción de las actividades propuestas, con el fin de continuar con el hilo conductor de la investigación, para lo cual, a continuación, se describe el objetivo de aprendizaje para cada una de ellas:

A. Actividad 1: ¿Qué tan profundo se llega en el buceo?

Esta actividad tenía como eje principal construir explicaciones causales a partir de la interpretación de datos y la elaboración de predicciones sobre la temática central de la teoría cinético molecular de los gases, se tomó como eje de estudio una situación contextualizada que retomó el ejemplo del buceo. Aquí lo fundamental se centró en reconocer los argumentos contruidos por los estudiantes, con el fin de explicar la relación del volumen y la presión respecto a la profundidad a la que se sumerge un buzo (Jiménez, et, al. 2012). El propósito de la actividad consistió en reconocer la manera en que los estudiantes comprenden la situación en la cual a medida que el buzo desciende, la presión aumenta a causa de la columna de agua que hay sobre él. La actividad constó de cuatro preguntas, las cuales invitaban al estudiante a pensar en la pregunta *¿Qué tan profundo se puede llegar en el buceo?*.

B. Actividad 2: ¿Cómo se comportan los gases?

Esta actividad tuvo como objetivo **modelizar la relación** entre las variables volumen/temperatura, presión/volumen y temperatura-presión, llevando a los estudiantes a la **construcción de un modelo que permita explicar** los procesos termodinámicos

llevados a cabo en la comprensión y argumentación de las leyes de Boyle y Marriotte y la ley de Charles y Gay Lussac.

Si bien, las prácticas científicas llevan consigo el **uso de pruebas y la modelización**, de acuerdo con los planteamientos de Jiménez (2012), el hecho de que un estudiante tenga la capacidad de explicar los modelos justifica que ha usado algunas pruebas para tal fin.

Esta actividad contó con cuatro preguntas, las cuales tenían cada una de ellas un objetivo de aprendizaje claro, asociado a un nivel de argumentación. Las preguntas 1, 2 y 4 están asociadas al fomento de un nivel de argumentación analítico en los estudiantes, donde se solicita llevar a cabo un proceso crítico y reflexivo en torno al fenómeno de estudio.

C. Actividad 3: Permanencia de los astronautas de la crew-4, en la estación espacial internacional (EEI)

En esta actividad se plantea una situación en la cual los estudiantes requieren de la **identificación de pruebas que apoyan el enunciado**, para posteriormente **elegir una explicación causal** en relación con diferentes informaciones proporcionadas, las cuales deberían integrarse en la justificación. El contexto utilizado es el análisis de las condiciones necesarias, para la permanencia de los astronautas en la estación espacial internacional (EEI); en esta actividad se busca analizar, la manera en que los estudiantes abordan e interpretan el fenómeno espacial mencionado, con las pruebas suministradas para su comprensión.

D. Actividad 4: Anestesiología, una combinación química perfecta

La estructura de esta actividad está fundamentada, en que, a partir de un enunciado, el estudiante deba identificar los supuestos en los que este se basa, contrastando el enunciado con pruebas. Aquí es importante mencionar que la capacidad que desarrolla un estudiante de evaluar enunciados hace parte de las competencias científicas fundamentales en ciencias. Para llevar a cabo esta actividad, los estudiantes deben: 1) identificar el enunciado en un ejemplo de anestesiología, ya que el uso de pruebas se articula con el uso de modelos científicos, 2) conectar las afirmaciones con los

enunciados, es decir identificar pautas en las informaciones y 3) identificar criterios relevantes para evaluar pruebas (Jiménez et, al. 2012, p. 26).

Esta actividad contó con tres preguntas, las cuales tenían cada una de ellas un objetivo de aprendizaje claro: la pregunta 1 solicita a los estudiantes interpretar unos datos suministrados, con el fin de lograr extraer una explicación causal, mientras que la pregunta 2A y 2B, tenían como objetivo enfrentar a los estudiantes a un análisis detallado, en el cual pudieran dar cuenta de lo que sucedía al respecto de una mezcla de gases empleada en una sedación profunda. En este sentido se ratifica un propósito de las prácticas científicas, *evaluar el enunciado a la luz de las pruebas*, lo cual permite que el estudiante desarrolle algunas habilidades de pensamiento crítico.

E. Actividad 5: El titán no soporto tanta presión

Esta actividad tiene como objetivo **usar pruebas y modelos teóricos para predecir los resultados**, en el contexto planteado del TITAN, un sumergible que tenía como misión visitar los restos del Titanic. Para esta actividad se requiere que el alumno aplique los conocimientos adquiridos en una situación nueva y de gran interés mundial.

En el estudio del fenómeno, el estudiante necesita articular el conocimiento científico adquirido durante todas las actividades propuestas, con la competencia del uso de pruebas. El propósito principal de esta actividad es evaluar la capacidad de los estudiantes para construir un argumento coherente, apoyado en justificaciones adecuadas, esperando en algún momento, construir una refutación al respecto.

9.3.1.3. Fase intervención en el aula

A. Adaptación de espacios físicos: Para la implementación de la estrategia didáctica y bajo el modelo integrado del Thinking Classroom y las 7E, se ajustaron los espacios físicos de los salones de clase, ya que este modelo propone como primer cambio, el uso de tablero en posición 360°, es decir, que los estudiantes cuenten en cualquier parte del salón, con una superficie sobre la cual puedan rayar y compartir ideas, esto con el fin de lograr una participación activa en el desarrollo de las clases (Liljedahl, 2021).

B. Implementación de la estrategia didáctica y sistematización de información:

Las actividades se implementaron durante 10 sesiones de clase, con un tiempo de hora y media por sesión (90 minutos). Posteriormente a la aplicación de las actividades, se procede a la sistematización de la información, se realiza la transcripción de todos los documentos en una base de datos en Excel, para luego proceder a crear los corpus textuales y analizarlos mediante el software IRAMUTEQ.

9.3.1.4. Fase recolección de datos

Objetivo específico 1: Identificar mediante la implementación del test de Halpern (HCTAES), el estado actual del nivel de desarrollo de la habilidad argumentativa, en los estudiantes de grado undécimo del Gimnasio Vermont.

Inicialmente, se modificó el test original, adaptándose a situaciones que pudiesen ser analizadas desde un componente químico, como ya se describió en la tabla 3. Los estudiantes completaron el test en un tiempo de 90 minutos, se realizó de manera individual y en físico. Una vez aplicado el test, se realizó la puntuación de cada estudiante acorde a la rubrica propuesta por Morales (2008). A continuación, la tabla 7 muestra la rúbrica empleada para evaluar el test.

Tabla 7.

Rubrica de evaluación test de Halpern

Situación	Análisis de argumento			
	Puntuación	Punto 1A	Punto 1B	Punto 2
11	Otros factores involucrados	---	---	1 punto si marca la opción 3
12	Identifica las partes clave de un argumento	Si identifica la conclusión correcta: <i>“Deberías especializarte en química nuclear”</i>	1 punto por cada razón identificada correctamente: . “El trabajo es interesante” . “Hay muchas posibilidades de empleo” . “Los sueldos son buenos”	Se otorga 1 punto en cada caso sí: Afirmación Es identificada como: 1 R 2 C 3 R 4 R 5 CA

13	Genera un argumento que contenga una razón, una conclusión y un contra-argumento	---	---	Se otorga 1 punto en cada caso si: Afirmación Es identificada como: 1 R 2 CA 3 C 4 CA 5 R
14	Reconoce una falacia	NO		1
15	Proporciona una opinión, una razón y una conclusión opinión (O) hecho (H) argumento razonado (AR)	---	---	Se otorga 1 punto en cada caso si: Afirmación Es identificada como: 1 O 2 H 3 AR 4 AR 5 O 6 H 7 AR

Tomado y adaptada de Morales (2008). *Estudio de los efectos de la implementación de la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) sobre los logros en el tercer nivel de la estructura de conocimiento, pensamiento crítico y motivación, en cursos pertenecientes a una malla curricular de ingeniería.*

Posteriormente se realiza un análisis estadístico de fiabilidad mediante el test de alfa de Cronbach, en la JAMOV, los resultados se muestran en el capítulo de resultados.

Objetivo específico 2: Diseñar una estrategia didáctica enmarcada en el modelo integrado del Thinking Classroom y las 7E, mediante el planteamiento de actividades que fortalezcan la habilidad argumentativa, a partir de la enseñanza de los gases.

Se diseñó una estrategia didáctica, que constó de cinco actividades enmarcadas en los criterios propuestos por Jiménez et al. (2010), con el fin de fortalecer la habilidad argumentativa.

A continuación, la tabla 8 muestra las actividades planteadas en la estrategia didáctica:

Tabla 8.*Resumen de actividades unidad didáctica*

Sesión	Actividad	Uso de pruebas: prácticas del alumnado	Conceptos de gases
1 y 2	¿Qué tan profundo se puede llegar en el buceo?	Interpretar datos; construir explicaciones causales a partir de datos; elaborar predicciones	Teoría cinético molecular de los gases
3 y 4	¿Cómo se comportan los gases?	Relacionar modelización y argumentación; realizar una modelización	Leyes de los gases
5 y 6	Permanencia de los astronautas de la Crew-4, en la Estación Espacial Internacional (EEI)	Identificar pruebas que apoyan uno u otro enunciado; elegir explicaciones causales en base a las pruebas	Gases ideales y ecuación de estado
7 y 8	Anestesiología, una combinación química perfecta	Evaluar un enunciado a la luz de las pruebas, desarrollar el pensamiento crítico	Mezcla de gases
9 y 10	El Titán no soporto tanta presión	Predecir resultados en un nuevo contexto; relacionar causas y efectos	Estequiometría de gases <i>Ley de Avogadro, volumen molar y cálculos de estequiometría de gases</i>

Tomada y adaptada de Puig., B, Bravo., B y Jiménez M. (2012). Argumentación en el aula: dos unidades didácticas.

Objetivo específico 3: Evaluar la incidencia del modelo integrado del Thinking Classroom y las 7E, en el desarrollo de la habilidad argumentativa, durante la enseñanza del concepto gas.

Se realizó todo un análisis de contenido descriptivo, a partir de Software IRAMUTEQ. Para dicho análisis, se construyeron diferentes matrices de triangulación, que se pueden ver en la presentación de datos, con el fin de lograr una articulación coherente con la pregunta de investigación. Por otro lado, se realizó un análisis inferencial, que permitió identificar si se hallaba una diferencia significativa entre los niveles de argumentación.

Uso del software IRAMUTEQ: En el campo de la enseñanza de las ciencias en general, durante las últimas décadas, se ha consolidado el estudio cualitativo de la información, mediante la implementación de programas informáticos, que permiten hacer todo un análisis de contenido trazado y profundo (Souza *et al.*, 2018). Para iniciar con análisis de los datos recolectados, se realizó la caracterización requerida para el uso de la herramienta IRAMUTEQ, se hizo la respectiva instalación del software y el paquete de

datos R 4.3.1. Una vez instalados los programas requeridos, se procede a iniciar con el análisis de los corpus textuales.

En esta investigación se empleó el Software IRAMUTEQ (*Interfaz R para Análisis Multidimensional de Textos y cuestionarios*), con el propósito de examinar los corpus textuales obtenidos, esto permitió localizar segmentos de texto, procesar y codificar la información, obtener palabras claves de mayores frecuencias y organizar todo el análisis lexicométrico de los documentos construidos.

Para el análisis de las respuestas obtenidas en cada actividad, se creó el corpus textual para cada pregunta, con las 20 respuestas de los estudiantes. La organización de la información en el bloc de notas supuso que cada unidad estuviese separada por una línea de comando, correspondiente a la variable *estudiante (E)*, registrándose cada respuesta así: (****** *_E1**), donde E1 corresponde al estudiante número 1 y así con todas las abreviaciones.

Luego de organizar cada corpus textual, el archivo se guardó como un documento que utiliza la codificación de caracteres UFT-8 (*formato de transformación único de unidades de código de 8 bits*). Posteriormente, se verificó que los corpus textuales creados estuvieran correctamente escritos, verificando ortografía, eliminando cualquier tipo de signo utilizado, con el fin de garantizar el análisis de la información en el software (Souza *et al.*, 2018). Se procesaron los cinco conjuntos de documentos (actividades propuestas en la estrategia didáctica), a partir del software IRAMUTEQ, obteniéndose las tablas tituladas *características principales lexicométricas de los conjuntos de documentos*. Es importante mencionar, que para cada pregunta se realizó este ejercicio de análisis lexicométrico.

Análisis estadístico: Se hace uso del programa estadístico R Project², para determinar la normalidad de los datos (test Shapiro Wilk) y el respectivo análisis de varianza ANOVA, para determinar la varianza entre los niveles de argumentación.

² R es un ambiente de programación formado por un conjunto de herramientas muy flexibles que pueden ampliarse fácilmente mediante paquetes, librerías o definiendo nuestras propias funciones

Capítulo IV: Análisis de datos

10. ANÁLISIS DE DATOS

Al presentar los resultados obtenidos para esta investigación y siguiendo con la metodología propuesta, se aclara que los análisis se presentan desde tres dimensiones: a) análisis test de Halpern, b) análisis descriptivo a partir de los resultados lexicométricos de IRAMUTEQ y c) análisis inferencial de los niveles de argumentación.

10.1. Resultados del test de Halpern

En aras de responder al primer objetivo específico, se implementó el test de Halpern, que correspondía a las situaciones del numeral 11 al 15, ya que eran justamente las que abordaban el análisis de la **habilidad de argumentación**.

Como se mencionó en la metodología, se procedió a realizar el análisis de los resultados obtenidos, para lo cual se realizó en el programa estadístico JAMOV³ un análisis de fiabilidad del test implementado a partir del análisis de Alfa de Cronbach (0.801) de forma que se comprueba que el test implementado muestra un buen índice de fiabilidad (Nieto, Saiz & Orgaz, 2009), dado que, según la interpretación estadística de la prueba, cuanto más cerca este el valor a 1, mayor fiabilidad del test. La tabla 5 muestra los resultados de α de Cronbach para la prueba de fiabilidad.

Tabla 9.

Alfa de Cronbach por situación

Situación test de Halpern	α de Cronbach
Situación 11	0.802
Situación 12	0.789
Situación 13	0.805
Situación 14	0.809
Situación 15	0.799

³ JAMOV³ es una interfaz grafica de usuario, que permite hacer análisis estadísticos a partir de la programación del programa R Studio.

A continuación, la tabla 10 muestra los resultados de la puntuación dada para cada situación.

Tabla 10.

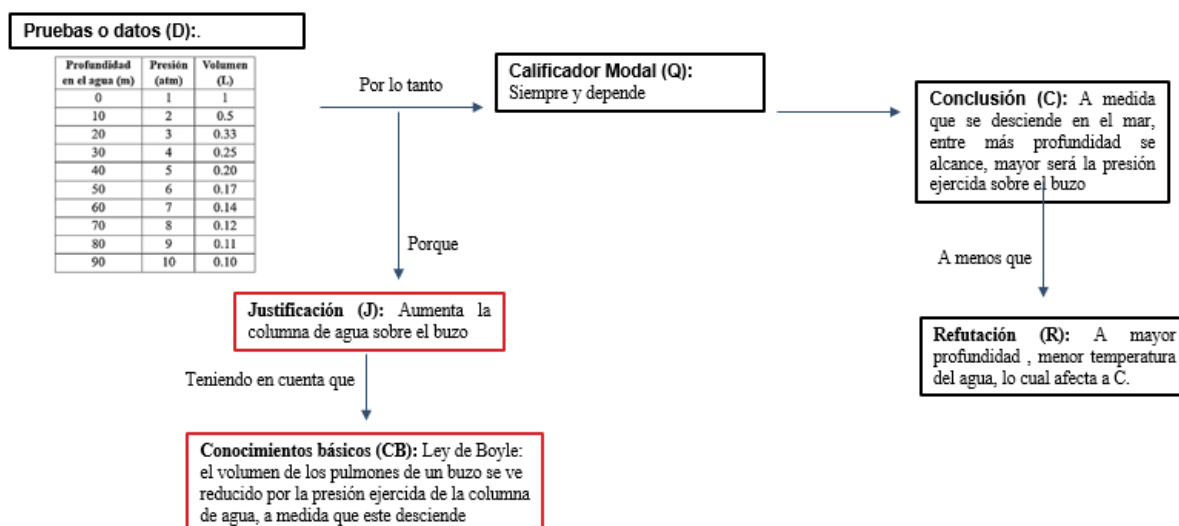
Resultados test de Halpern

Estudiante	Situación 11				Situación 12				Situación 13			Situación 14				Situación 15				GENERAL
	PTS 1A	PTS 1B	PTS 2	TOTAL	PTS 1A	PTS 1A	PTS 2	TOTAL	PTS 1A	PTS 2	TOTAL	PTS 1A	PTS 1B	PTS 2	TOTAL	PTS 1A	PTS 1B	PTS 2	TOTAL	
E1	0	2	0	2	1	3	1	9	4	0	7	0	2	1	3	2	4	1	10	31
E2	0	2	0	2	0	3	1	8	3	1	7	0	2	0	2	2	4	1	13	32
E3	1	1	1	3	1	2	1	6	4	0	4	0	2	1	3	2	1	1	10	26
E4	0	0	0	0	0	3	1	7	2	0	3	0	0	0	0	2	2	1	10	20
E5	0	0	0	0	0	2	1	7	3	1	6	0	1	0	1	2	4	0	9	23
E6	1	1	0	2	1	2	1	8	2	0	4	0	2	0	2	2	2	1	8	24
E7	0	0	0	0	1	2	1	8	3	0	6	0	1	1	2	2	2	1	11	27
E8	1	0	0	1	1	2	1	7	2	0	5	0	2	0	2	2	1	1	10	25
E9	1	1	0	2	1	3	1	9	3	1	6	0	2	0	2	2	2	1	11	30
E10	0	2	1	3	1	1	1	7	2	1	5	1	1	0	2	2	2	1	10	27
E11	1	1	1	3	1	1	1	7	2	1	5	0	2	0	2	2	2	0	9	26
E12	0	1	0	1	1	3	1	9	2	1	6	0	2	0	2	2	2	1	8	26
E13	0	1	1	2	1	2	1	8	2	1	5	0	1	0	1	2	2	0	7	23
E14	1	0	0	1	1	2	1	8	2	1	6	0	2	0	2	2	2	0	6	23
E15	0	0	0	0	1	2	1	8	2	1	5	0	1	1	2	2	1	0	6	21
E16	0	0	0	0	1	0	1	5	2		3	0	2	1	3	2	2	1	11	22
E17	0	2	0	2	1	3	1	9	3	1	7	0	2	1	3	2	2	1	10	31
E18	0	1	1	2	1	3	1	9	2	1	5	1	1	0	2	2	4	1	13	31
E19	1	1	0	2	1	3	1	9	3	1	6	0	2	1	3	2	3	1	12	32
E20	1	1	0	2	1	2	1	7	1	0	3	0	2	0	2	2	2	1	11	25

10.2. Análisis del contenido con IRAMUTEQ

El análisis de contenido se inicia con el estudio descriptivo de los datos cualitativos obtenidos durante la aplicación de la estrategia didáctica. Para iniciar, se considera interesante dar cuenta de manera detallada, de la manera en la cual, la investigadora realizó un diseño inverso, que permitiera que, al momento de diseñar cada actividad, se cumpliera con el objetivo de aprendizaje propuesto.

Lo anterior, se ejemplifica en la figura 12, utilizando como referente la pregunta 1 de la actividad 1, donde se pide al estudiante analizar el proceso de buceo a media que se sumergía una persona en el mar.



Tomado y adaptada de Jiménez, A., Lago, J., y Álvarez, V. (s.f). P.46

Figura 12. Ejemplo de estructura de Jiménez (2010). Construcción propia

El análisis de contenido fue realizado mediante el uso del software IRAMUTEQ, el cual es una interfaz de R para el análisis multidimensional de textos y cuestionarios. Una vez creados los corpus textuales, se procedió a analizar el conjunto de las cinco actividades desarrolladas en la estrategia didáctica “es cuestión del gas”. A continuación, la tabla 11 muestra los resultados obtenidos para el conjunto de actividades propuestas en la estrategia didáctica “es cuestión del gas”

Tabla 11.

Características lexicométricas del corpus textual, actividades estrategia didáctica

ACTIVIDAD	PREGUNTA	OCURENCIAS	FORMAS	HÁPAX
Actividad 1: ¿Qué tan profundo se puede llegar en el buceo?	1	1118	246	122
	2	741	159	79
	3	635	189	100
	4	557	152	87
	1	913	257	147

Actividad 2: ¿Cómo se comportan los gases?	3	845	241	114
Actividad 3: Permanencia de los astronautas de la Crew-4, en la Estación Espacial Internacional (EEI)	2	753	224	124
	3	1343	295	137
Actividad 4: Anestesiología, una combinación química perfecta	1	996	249	135
	2	973	241	108
Actividad 5: El Titan no soporto tanta presión	1	1036	208	98
	2	740	175	94

La tabla 11 presenta el reporte total de las palabras de cada corpus textual, así como aquellas palabras que aparecen una sola vez (hápax) (BENZECRI, 1981; LEBART et al., 1989; 2000). En ese sentido, el software IRAMUTEQ, permitió obtener las características lexicométricas del conjunto de datos a partir de la ley hipergeométrica de las formas activas. Este análisis preliminar, permitió identificar el comportamiento inicial de las palabras claves, en cada uno de los corpus textuales analizados y de esta manera definir las categorías de análisis para cada una de las cinco actividades.

Es de anotar que los números altos de ocurrencias definen el número de veces que una palabra aparece, en el corpus textual que se está analizando, es decir, indica la cantidad de veces que se repite una palabra. Por otra parte, las formas dan robustez a los datos obtenidos y muestra el número de formas únicas o diferentes que tiene el corpus textual. Por ejemplo, al aparecer los términos “*aumento*”, “*aumentará*”, “*aumentaría*”, se consideran como diferentes formas de la misma raíz léxica “*aumentar*”.

Para continuar con este análisis de contenido, es importante mencionar que todas las actividades planteadas en la estrategia didáctica se diseñaron en función del concepto gas, con un objetivo diferente acorde con los criterios propuestos por Jiménez et al. (2010), en donde se establece que una forma apropiada de enseñar a los estudiantes el proceso de argumentación, consiste en llevarlos desde la interpretación de datos para construir explicaciones causales, tener la habilidad de relacionar la modelización con la argumentación, identificar pruebas que sustentan un enunciado, evaluar los enunciados

a la luz de las pruebas, hasta predecir resultados en un contexto nuevo. De esta manera, las preguntas propuestas en cada actividad tenían como objetivo, orientar a los estudiantes hacia una manera de trabajar el fomento de habilidades de pensamiento crítico, en particular la habilidad de argumentación, tomando como referencia el desarrollo de competencias necesarias en la educación del siglo XXI.

El análisis adelantado se realizó por cada una de las actividades, definiendo para cada una de ellas las palabras claves con mayor frecuencia, dentro del análisis lexicométrico arrojado por IRAMUTEQ. En este sentido, dichas palabras claves son parte fundamental dentro de la delimitación de las categorías de análisis emergente, por ende, se menciona que, dados los resultados obtenidos en la caracterización lexicométrica inicial, se definió que una palabra clave de *alta frecuencia* tendría un porcentaje de aparición *mayor al 1%* dentro del total del corpus analizado, mientras que una *palabra clave débil*, se ubicaría en un *porcentaje inferior al 1%*. Estos porcentajes fueron delimitados por la investigadora, acorde a los resultados obtenidos y los intereses en las diferentes actividades.

Por otra parte, es importante mencionar que, dentro de las tablas de frecuencia descritas, se subrayaron en color negro aquellas palabras de alta frecuencia y de mayor importancia bajo los criterios de la investigación, y en color rojo, aquellas palabras que, aunque presentaron frecuencias de aparición baja, se consideraban importantes dentro de las respuestas dadas por los estudiantes, dado que su uso podría significar, en algunos casos, la ubicación de los estudiantes en un nivel de argumentación **analítico** o **hermenéutico**.

Al momento de diseñar las actividades de la estrategia didáctica, se tuvo claro el objetivo de aprendizaje, es decir, el nivel que se quería fortalecer con los estudiantes, de acuerdo con cada una de las preguntas planteadas en las cinco actividades (ver tabla 8). Solo hay una razón justificada para haber pensado en fortalecer con cada pregunta, un nivel de argumentación diferente y este fue particularmente, que con el diseño de cada pregunta planteada se identificaba la oportunidad de fortalecer uno u otro nivel, ya que como lo menciona Jiménez et al. (2010), argumentar se aprende argumentando, es decir desarrollando en repetidas ocasiones las habilidades que se requieren para llevar al máximo nivel. Por consiguiente, en las diferentes actividades se trabajó la identificación

de datos, el uso de estos para la construcción de explicaciones causales, la relación entre modelización y argumentación, identificación de pruebas que apoyan un enunciado y tener la capacidad de predecir y refutar situaciones nuevas (Jiménez *et al.*, 2010, p.p 38).

Por otro lado, en este análisis de contenido fue necesario realizar una matriz de triangulación entre los niveles de argumentación definidos por la investigadora, a partir de los planteamientos de Jiménez et al. (2010) y las palabras claves arrojadas en el *Análisis factorial de correspondencia* (AFC) del software IRAMUTEQ, el cual se enfoca en las palabras con mayor frecuencia dentro del corpus textual. Como se mencionó, uno de los objetivos específicos de esta investigación consiste en “*evaluar el uso del Thinking Classroom y las 7E, en el desarrollo de la habilidad argumentativa*”, por lo cual resulta fundamental dejar claro, que, para lograr un análisis sinérgico, fue necesario analizar la manera en la cual estos niveles de argumentación se relacionaban con las palabras claves identificadas para cada actividad en IRAMUTEQ. Por estas razones, se organizaron las palabras más importantes en el análisis, lo que Strauss & Corbin (2002) denominarían **categorías emergentes** y las que se relacionan con el corpus textual que son importantes en el análisis de los argumentos construidos por los estudiantes

10.3. COMPARACIÓN CRUZADA POR ACTIVIDAD

10.3.1.1. ACTIVIDAD 1: ¿QUÉ TAN PROFUNDO SE PUEDE LLEGAR EN EL BUCEO?

En esta actividad, el estudiante movilizó sus ideas sobre el tema de gases y sobre las relaciones entre las variables presión, volumen y profundidad en el agua, con el fin de articular dichos conocimientos con el uso de pruebas, dimensionando la interpretación del fenómeno en el cual se sumerge un buzo en el mar. En un primer momento, los estudiantes necesitaron comprender la información suministrada en la tabla que contenía datos numéricos de las variables mencionadas, y de esta manera relacionarlas con el comportamiento que tendría posiblemente el buzo al sumergirse en el mar.

Esta actividad se desarrolló con el ejemplo puntual del buceo. De manera que, resulta importante describir desde el componente físico las implicaciones teóricas requeridas

para su comprensión. Navia y Gutiérrez (2015), mencionan que los tres pilares fundamentales para analizar teóricamente la técnica del buceo son: el principio de Arquímedes, la presión y las leyes de los gases. Mediante el primero, se logra explicar el fenómeno de flotabilidad, con el segundo, se explica la variación de la presión respecto a la profundidad, y finalmente, con las leyes de los gases se explica el comportamiento de los gases al variar en este caso, por ejemplo, la presión. (Navia & Gutiérrez, 2015, p.p 154).

En la técnica del buceo, el principio de Arquímedes explica como el cuerpo del buceador y su equipo, desplazan un volumen de agua equivalente al volumen del cuerpo sumergido. De manera que se debe comprender que el buzo está sometido a ciertas fuerzas opuestas: por una parte, el efecto de la gravedad sobre su masa y por otro lado la fuerza de flotación que se ejerce por su volumen de agua desplazado (Navia & Gutiérrez, 2015, p.p 155).

Por otra parte, la presión está definida como la fuerza por unidad de área ejercida sobre una superficie, según como lo menciona Navia y Gutiérrez, (2015)

[.....] Un fluido ejerce una presión homogénea en todo punto de un cuerpo sumergido en él, que depende de la profundidad a la que este se encuentra, siendo los vectores de fuerza siempre perpendiculares a la superficie de dicho cuerpo. La presión absoluta a la que se ve sometido un cuerpo en inmersión es la suma de la presión atmosférica (debida al peso de la columna de aire) y la presión hidrostática (debida al peso de la columna de agua). Así, el efecto de la presión es menor en altitud que a nivel del mar y, debido a que el agua de mar es más densa que el agua de un lago, a la misma profundidad, lo que implica que un buzo en un lago está sometido a menor presión que un buzo en el mar (Navia & Gutiérrez, 2015, p.p 155)

Es necesario comprender que, dentro de las leyes de los gases, la que logra explicar este fenómeno son: la ley de Boyle, la cual establece la relación inversamente proporcional entre el volumen y la presión. De manera que se logre comprender, que, durante la inmersión del buzo, se aumenta la presión en los pulmones, y por ende su volumen disminuye proporcionalmente, en tanto que la densidad varía directamente con

la presión, es decir a mayor presión, mayor densidad. Sin embargo, es importante mencionar, que este comportamiento depende de la naturaleza de las interacciones entre las especies químicas objeto de estudio y de las condiciones experimentales que se den.

La actividad contó con cuatro preguntas, las cuales tenían como objetivo fortalecer en el caso de la pregunta 1, el nivel de argumentación empírico, ya que lo que se esperaba era que el estudiante analizará datos relacionados con la profundidad, la presión y el volumen respecto al fenómeno de un buzo, la pregunta 2 y 3 pedía a los estudiantes que examinarán de manera detallada y sustentada lo que ocurría con el buzo cuando se sumergía en un mar con otras características, como por ejemplo, el comportamiento del buzo cuando se sumergía en el mar muerto cuya densidad es aproximadamente de 1,24 kg/L, o en el mar mediterráneo, cuya densidad es de 1,02 kg/L y finalmente, la pregunta 4 indagaba por la relación entre ese proceso de buceo, y una situación relacionada con el monte Everest.

Al procesar el conjunto de datos en el software IRAMUTEQ, el análisis de AFC (Análisis factorial de correspondencia) arrojó las palabras claves dentro de esta actividad, como se evidencia en la tabla 12, lo cual ratifica la asociación con las palabras identificadas, a partir de su respectivo porcentaje de frecuencia.

Tabla 12.
Frecuencia de palabras AFC – actividad 1

PREGUNTA 1			
FRECUENCIA FUERTE	FRECUENCIA (%)	FRECUENCIA DÉBIL	FRECUENCIA (%)
Agua	3.25	Desciende	0.83
Aumenta	2.23	Pulmones	0.37
Buzo	2.32	Ejemplo	0.51
Mayor	2.50	Cantidad	0.74
Profundidad	1.02	Capacidad	0.19
Sobre	2.41	Columna	0.28
Volumen	1.21	Ley de Boyle	0.65
Medida	1.02	Comprime	0.09
Presión	4.17	Directamente	0.19
		Disminuye	0.37
		Densidad	0.93
		Encima	0.46
		Gravedad	0.74

PREGUNTA 2			
Agua	1.53	Buzo	0.69
Densidad	2.36	Concentración	0.56
Mar	5.56	Directamente	0.28
Mayor	4.87	Ejercer	0.42
Muerto	3.48	Mediterráneo	0.83
Presión	4.03	Proporcional	0.98
Profundidad	1.67	Columna	0.13
PREGUNTA 3			
Buzo	1.26	Comprimir	0.16
Cinética	1.10	Condiciones	0.63
Fuerzas	3.78	Disminuir	0.79
Gas	1.89	Ejercer	0.31
Presión	1.10	Intermoleculares	0.16
Repulsión	1.73	Mar	0.79
Teoría	1.57	Mayor	0.63
Profundidad	1.67	Profundidad	0.31
PREGUNTA 4			
Aire	4.01	Aumentar	0.18
Atmosfera	2.37	Buzo	0.36
Columna	1.82	Densidad	0.55
Disminuir	2.19	fuerza	0.18
Menor	3.64	Mar	0.91
Presión	4.74	Mayor	0.36
		Sumergir	0.36
		Inversa	0.0

La tabla 12, presenta en negrilla las palabras de mayor frecuencia y en color rojo aquellas que, aunque son de menor frecuencia (teniendo en cuenta los objetivos de aprendizaje), se consideran importantes y se esperaba encontrar en las respuestas de los estudiantes. Aunque se identificaron esas palabras con mayor frecuencia, esto no significa que directamente sean las asociadas a las categorías de análisis, ya que para responder la pregunta *“Explique detalladamente, por qué aumenta la presión sobre el buzo, a medida que se desciende y qué pruebas proporcionarías a otra persona para convencerlo”*, se esperaba que el estudiante hubiera relacionado palabras como: COLUMNA, LEY DE BOYLE, ENCIMA, COMPRIME Y SUMERGE

A partir de estos resultados, se pretende resaltar el hecho que un estudiante hubiese utilizado la palabra clave **agua**, dentro de su respuesta a la pregunta 1, la cual se

relaciona con un nivel de argumentación empírico, en la medida en que solo está haciendo uso de una **afirmación** o un **dato** suministrado en el contexto de la pregunta y que está sustentando de manera superficial la conclusión dada por el profesor. Esto por ejemplo se puede evidenciar en la respuesta dada por el estudiante E11:

E11 “A medida que desciende y al adquirir más profundidad, habrá más **agua** sobre el buzo”

Nótese como el uso de la palabra **agua**, solo se utiliza para reafirmar la *conclusión*, sin realizar algún análisis de mayor rigurosidad que dé cuenta del posicionamiento en otro nivel argumentativo. Mientras que por el contrario, si dentro de las respuestas dadas por el estudiante, se identificara la palabra **ejemplo**, y acorde a la tabla 6, el uso de esta palabra posicionaría a ese estudiante en un nivel de argumentación hermenéutico, dado que el hecho de que lo utilice, da cuenta que el estudiante fue un poco más allá de responder la pregunta, además que hace uso de calificadores modales para darle peso a su respuesta, utiliza un referente teórico que la respalde y proyecta su planteamiento a otra situación diferente. Esto se evidencia en la respuesta dada por el estudiante E4, en relación con las implicaciones de la presión sobre el buzo:

E4 “La presión sobre el buzo aumenta ya que existe una mayor cantidad de agua sobre él, lo que por la ley de Boyle significa una reducción en el volumen de sus pulmones. Para comprobar esto, por **ejemplo**, si descendemos un globo en agua este reducirá su volumen acorde la distancia recorrida verticalmente.”

Teniendo en cuenta que la pregunta 1 estaba orientada a fortalecer el **nivel de argumentación empírico**, se pedía a los estudiantes que, a partir de la interpretación de los datos suministrados, explicara el comportamiento de las variables presión y volumen, en el momento que el buzo descendía a cierta profundidad en el mar. Acorde a la tabla 7, se muestra que para esta pregunta se identificaron respuestas que incluyen palabras como: “agua”, “descender”, “encima”, “grafica”, “presión”, ya que son términos que se deducen directamente del enunciado y que solo implican una simple interpretación por parte del estudiante.

Por otra parte, también es interesante, dar una mirada a la pregunta 2 “*Si la presión a 10 m de profundidad en el mar mediterráneo es de 2 atm, explique cómo variaría la presión a la misma profundidad, pero en el mar muerto*”. Teniendo en cuenta que para esta pregunta se tenía como objetivo de aprendizaje, fortalecer el **nivel de argumentación analítico**, caracterizado porque el estudiante realizara un análisis crítico del fenómeno del buceo, fue interesante ver respuestas como la dada por el estudiante E15, la cual permitió dar cuenta de construcciones interdisciplinarias, que muestran una mayor complejidad en su proceso de aprendizaje. La tabla 7, ratifica en el estudiante E15, un nivel de análisis más detallado del proceso estudiado, al utilizar palabras como: “mayor”, “densidad”, “presión”, “concentración”:

E15 En el **mar muerto** hay una mayor concentración de **sal** que en el **mar mediterráneo** esto significa que en el mar muerto hay una mayor densidad, por ende, mayor presión sobre el buzo.

Al procesar el conjunto de datos en el software IRAMUTEQ, se identificaron las palabras claves dentro de esta pregunta, las cuales se relacionaron junto con su porcentaje de frecuencia (tabla 12). Acorde al análisis de frecuencia, se identifica que las palabras DENSIDAD, MAYOR, PROFUNDIDAD Y PRESIÓN, fueron términos que los estudiantes utilizaron en mayor cantidad para explicar cómo variaba la presión a una misma profundidad, pero en un mar con diferentes características. Un ejemplo puede ser el dado por el estudiante E3:

E3 En la misma **profundidad** la presión sería **mayor** ya que el mar muerto es mucho más **denso**, la masa del mismo líquido aumenta lo que hace que a la misma **profundidad** la **presión** sea **mayor**.

Sin embargo, se esperaba que, a mayor densidad del agua, mayor sería la presión a una misma profundidad, y por otro, que hubieran relacionado proporcionalmente la salinidad con la presión, es decir, a mayor salinidad aumentará la presión a una misma profundidad.

A partir del corpus textual, IRAMUTEQ crea las clases, estas se forman a partir de la relación homogénea entre las palabras encontradas en las diferentes preguntas. Las clases que se formaron para la actividad 1, organizan las palabras en grupos según los

términos relacionados, el software utiliza la prueba chi cuadrado (X^2) para su elaboración. Posteriormente, se crea el dendograma de las clases codificadas. Con el fin de facilitar la comprensión del gráfico y de las clases, cada una de ellas se presenta en un color diferente. Por otra parte, también es importante mencionar que el tamaño de las palabras es proporcional al porcentaje de frecuencia media. A continuación, se muestra el dendograma obtenido para la actividad 1.

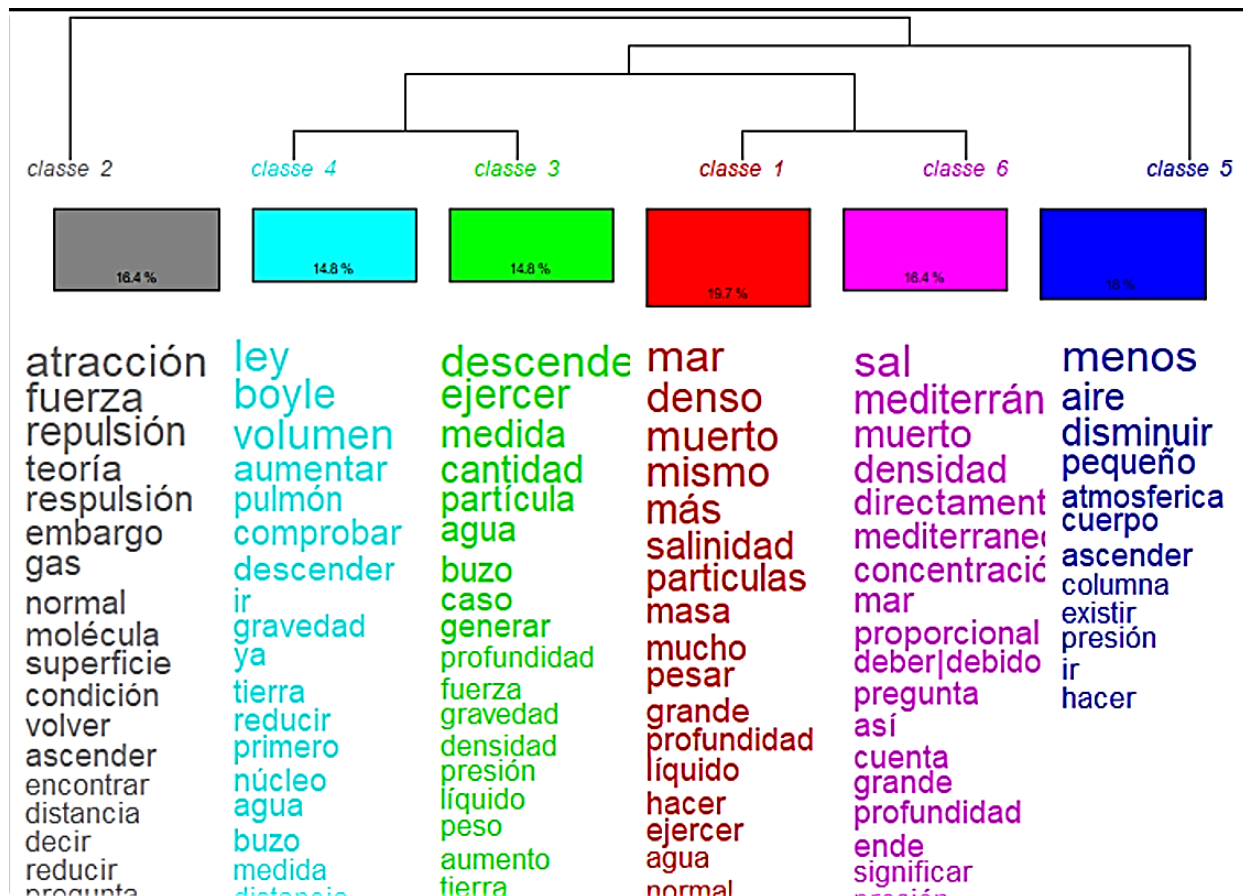


Figura 13. Dendograma de clasificación de palabras para la actividad 1. Fuente:
Elaboración propia

Al observar la figura 13, se identifican claramente cuáles fueron las clases que se formaron durante el análisis del corpus textual y cuáles se destacan en la conformación de cada clase. Como se infiere en el tamaño del efecto, las formas específicas de cada clase se relacionan con el tema de gases, esta tendencia queda altamente evidenciada en este clúster y en la nube de palabras. Algunos de los ejemplos que aportarían

evidencia son: “atracción”, “volumen”, “descender”, “aumentar”. Estas clases se forman acorde a la ocurrencia de las palabras mediante el análisis de sus raíces léxicas (Camargo & Justo, 2013)

Teniendo en cuenta lo anterior, la clase 5 forma parte de la reagrupación de las clases 3-4 y 1-6, que se encuentran en el dendograma. De tal manera, se puede ver que cuanto más arriba esté la palabra en la lista y mayor el tamaño, más significativa es su influencia en la clase. Por lo tanto, se puede resaltar, por ejemplo, en la reagrupación de las clases 3-4, que la clase 4, tiene palabras como “ley”, “Boyle” y “volumen”, las cuales presentan alto significado en la clase. Particularmente, la clase 3 está asociada al proceso que ocurre, ratificado con palabras como: “descender”, “ejercer”, “medida”. Por otra parte, la clase 1 y 6 están asociadas, y en ellas se identifican palabras como “mar”, “denso”, “muerto” “sal” y “mediterráneo”, lo que corresponde a palabras claves empleadas para explicar las condiciones del medio que se estaba asociando, como se puede ver en la respuesta dada por el estudiante E8:

E8 La presión a 10 m de profundidad en el mar muerto sería mayor, ya que como el mar muerto tiene más sal, por lo que al haber más partículas en el agua esta se vuelve más densa, de este modo, la densidad del agua en el mar muerto es mayor a la del mar mediterráneo, por lo que la presión en el mar muerto sería mayor que en el mar mediterráneo.

En esta respuesta se puede identificar cómo el estudiante hace uso de palabras claves como la *concentración de sal y densidad*, y lo asocia con el comportamiento de la *presión sobre el buzo*.

En cuanto a la relación entre clases, es importante mencionar que esta se hace de arriba hacia abajo, encontrándose que, para el análisis del corpus, este se subdivide en cuatro subcorpus; la clase 1 que suma un porcentaje de coincidencia del 19.7%, y clase 6 que suma una coincidencia del 16.4%. El otro subcorpus que lo conforma la clase 3 y, cada uno sumando un porcentaje de coincidencia del 14.8%. El tercer subcorpus, independiente, lo conforma la clase 2, que suma una coincidencia del 16.4% y finalmente la clase 5 con un porcentaje de coincidencia del 18%. Los porcentajes de coincidencia son valores que indican la variabilidad del análisis factorial de correspondencia (AFC),

es decir, cada porcentaje relaciona la importancia relativa de una clase de análisis. Un porcentaje mayor, indica una alta relevancia de la clase, en términos de las palabras allí relacionadas. Teniendo en cuenta lo anterior, la clase 1, es quien presenta las relaciones más relevantes dentro del análisis textual.

Una vez analizadas las características de cada clase, identificadas en el procesamiento de la información, se procede a delimitar las categorías de análisis para la actividad 1, las cuales son: **efectos de la salinidad sobre la presión hidrostática** y **conceptos asociados a los gases**. De esta manera, se buscó analizar e interpretar la información contenida en el dendograma, a la luz de encontrar la relación entre las palabras, de acuerdo con el objetivo de aprendizaje que consistía en ver como los estudiantes interpretaban datos, y construían explicaciones causales, a la luz del ejercicio contextualizado del buceo.

En el análisis de la categoría “**Efectos de la salinidad sobre la presión hidrostática**”, se analiza como esa salinidad del mar, se relaciona directamente con las palabras: *densidad, profundidad, concentración*, y en ese sentido, es importante tener en cuenta que la presión de un fluido, como el agua, aumenta con la profundidad debido al peso de la columna de agua que se encuentra por encima. Un propósito de la actividad tiene que ver con la interpretación de los datos suministrados por parte de los estudiantes, con lo cual puedan explicar que las características del mar muerto son justamente una alta concentración de sales, lo cual hace que esa muestra de agua sea mucho más densa que el agua del mar mediterráneo. En síntesis, la explicación justificaría que la densidad tiene un impacto directo en la presión a cierta profundidad. Esta interpretación se puede ver en la respuesta dada por el estudiante E19:

E19: *Teniendo en cuenta que la **densidad** del **mar muerto** es **mayor** a la **densidad** del **mar mediterráneo** se puede establecer que existe una correlación **directamente proporcional** entre la **presión** y la **densidad**. Por ende, la presión en el mar muerto a la misma **profundidad** sería **mayor** que en el mar mediterráneo.*

Por otra parte, en el análisis de la categoría “**Conceptos asociados a los gases**”, se resaltan las palabras; “*descender*”, “*ejercer*”, “*ley*”, “*Boyle*”, “*Volumen*”, “*cantidad*”,

“*augmentar*”. Estos conceptos permiten que el estudiante comprenda que, al sumergirse en el agua, es de esperar que la presión aumente; cuanto más profundo sea el mar es plausible pensar que existe una relación entre el peso de la columna de agua y el buzo. La importancia de identificar las palabras de mayor relevancia en el dendograma permite inferir que el estudiante comprende que la presión del agua cambia con la profundidad, siendo proporcionales.

Por otro lado, el uso de la palabra “*Boyle*”, da cuenta de que el estudiante reconoce que esta ley de los gases explica la relación inversamente proporcional entre el volumen y la presión. Particularmente para el caso del buceo, es interesante ver como el estudiante interpreta que, al aumentar la presión del agua, se tendrán implicaciones con el buzo. Lo anterior se puede evidenciar en la respuesta dada por el estudiante E11.

*E11 La presión sobre el buzo aumenta a **medida** que se **sumerge** debido a tres razones en específico. En primer lugar, **aumenta** la columna de **agua** sobre este, por ende, también **aumenta** la **presión**, en segundo lugar, aumenta la **concentración** de **sales** lo cual a su vez **aumenta** la densidad y por ende la presión.*

Sin embargo, resulta importante mencionar, que el estudiante no debe confundir las propiedades de los líquidos y las de los gases, en la medida en la que, al analizar la presión en el intercambio que ocurre en el proceso de respiración, debe identificar, como el oxígeno se fija en los alveolos pulmonares. Además, la compresión de la cavidad pulmonar se asocia a la presión hidrostática a la que se somete el buzo y atiende a un principio del equilibrio mecánico transitivo entre las presiones a los que se somete el buzo.

Buscando profundizar en la comprensión de las clases y el análisis de las categorías definidas para esta actividad 1, se realizó el proceso del AFC, la figura 11 muestra el análisis factorial de correspondencia de variables:

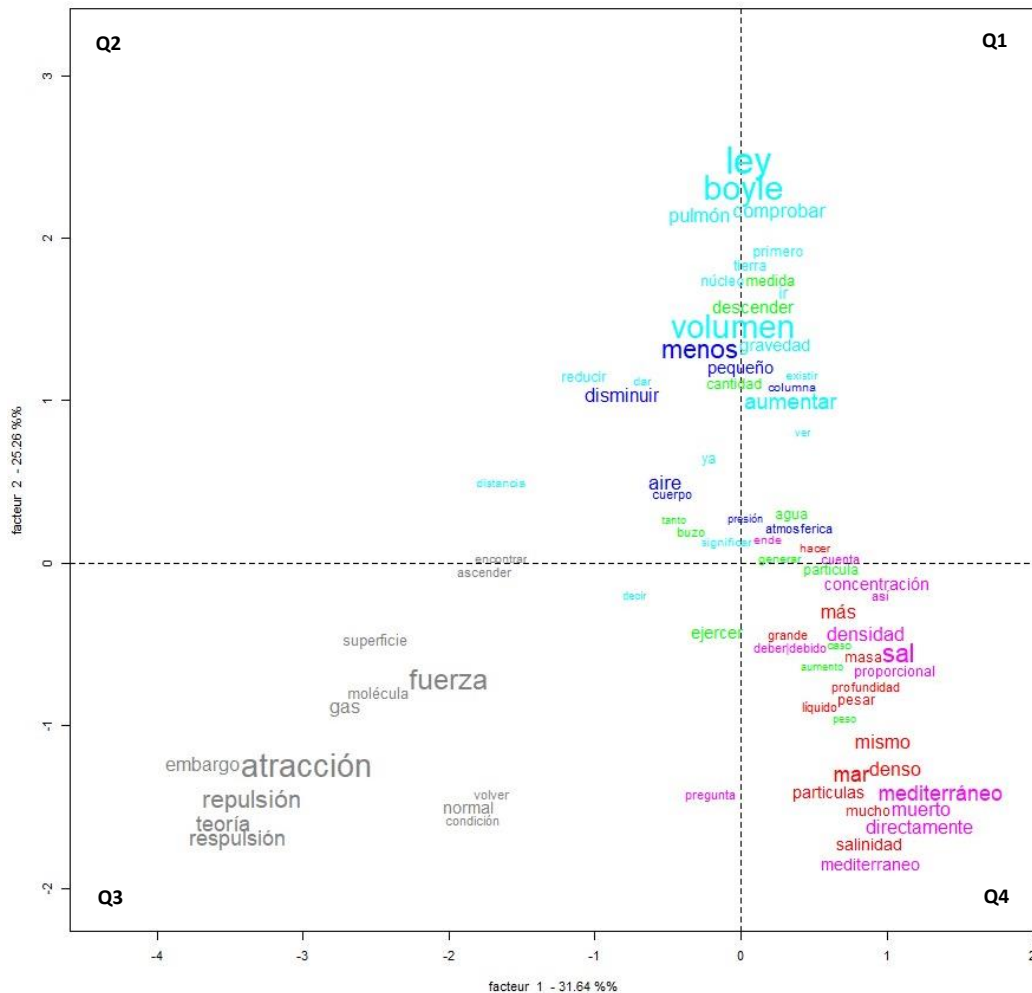


Figura 14. Análisis factorial de correspondencia de variables para la actividad 1.

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la figura 14, es interesante ver cómo se pueden analizar las aproximaciones y distancias entre las clases, acorde al posicionamiento de los cuadrantes. En el plano cartesiano presentado, se pueden ver las palabras que componen cada clase y por ende a través del análisis del AFC, se logran realizar las diferentes asociaciones entre las palabras que componen las clases y su aparición en el corpus. De ahí que, se puede afirmar que, las clases 1, 3, 4, 5 y 6, presentan una tendencia hacia al centro del plano cartesiano, observándose continuas ramificaciones hacia los puntos periféricos, en especial la clase 2, lo que indica que esas palabras no se están utilizando en el mismo contexto.

También se evidencia, que el 60% de las palabras de la clase 1 y clase 6 están presentes en el mismo cuadrante (Q4), lo que muestra una aproximación significativa entre estas clases. Por otro lado, la yuxtaposición de clases entre el cuadrante Q2 y Q1 es evidente, teniendo palabras de estas clases, más hacia los puntos periféricos de los cuadrantes. Por último, del plano se puede inferir que la tendencia de la aproximación está asociada a las preguntas de la actividad 1.

A continuación, se presenta el análisis de similitud realizado por IRAMUTEQ. Aquí se muestran los vínculos entre las palabras del corpus textual, permitiendo dilucidar los temas relacionados. Este análisis, permite identificar la conexión entre palabras, a partir del estudio de sus raíces semánticas lematizadas (Marchand y Ratinaud, 2012). A continuación, la figura 15 muestra el análisis de similitud para la actividad 1.

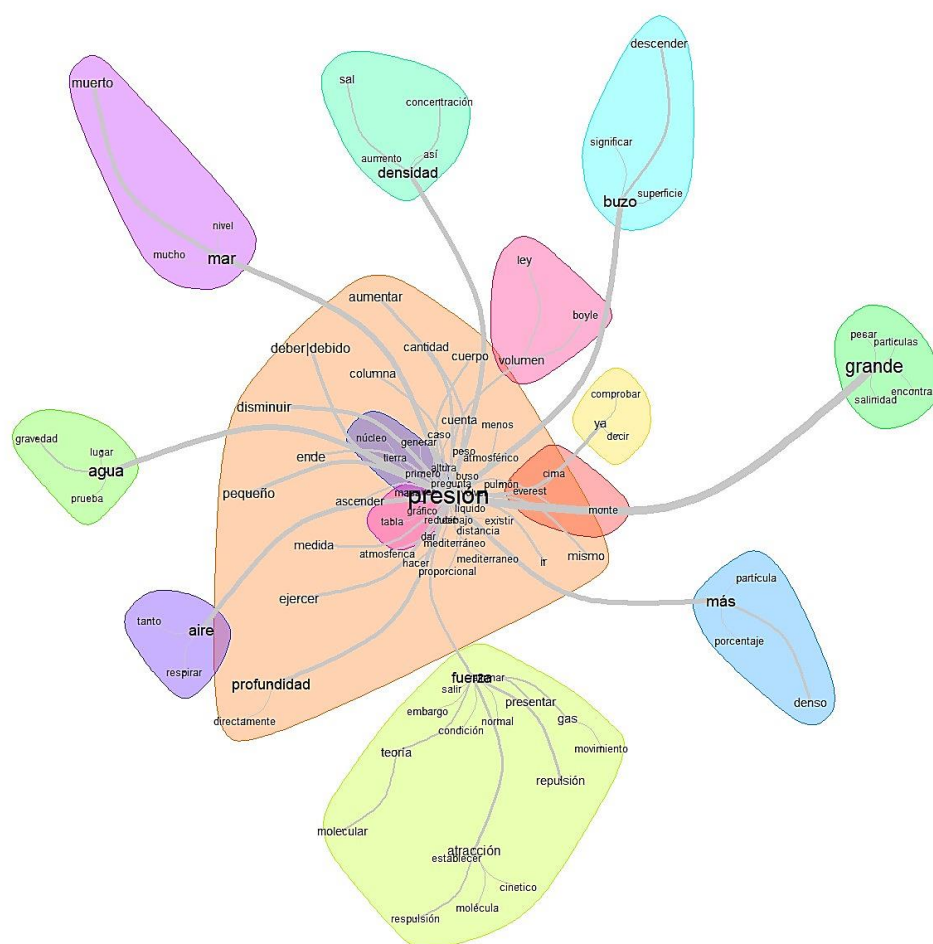


Figura 15. Análisis de similitud para la actividad 1. Fuente: Elaboración propia

Por último, la nube de palabras, también se empleó como un recurso que permitió resaltar las palabras de mayor frecuencia, en el análisis del corpus textual. Esto implica inminentemente un aporte significativo para el investigador, ya que permite identificar la manera en que el término presión se asocia con fuerza, en la comprensión del comportamiento de un buzo al sumergirse en el mar, y la relación de las diferentes variables que explican este fenómeno.



Figura 16. Nube de palabras para la actividad 1. Fuente: Elaboración propia

10.3.1.2. ACTIVIDAD 2: ¿CÓMO SE COMPORTAN LOS GASES?

El objetivo de aprendizaje de esta actividad consistió en que el estudiante explicará, interpretará y argumentará el comportamiento de los gases, en términos de la relación de sus variables. Para tal fin, se les solicita, por ejemplo, que diseñen un modelo que permitiera explicar las propiedades de los gases y posteriormente, que debatieran y analizarán su comportamiento modificando algunas de sus variables.

Según Caamaño (2011), la enseñanza de la química debe lograr una sinergia entre la *contextualización, la indagación y la modelización*, ya que, de esa manera, se estaría contribuyendo al aprendizaje de competencias científicas. En consecuencia, es necesario comprender que:

[...] Los modelos son representaciones de un objeto, un proceso o un fenómeno, con la finalidad de explicar su estructura o funcionamiento y predecir futuros estados (Caamaño, 2011, p.p 18)

La enseñanza de las ciencias en general, están encaminadas al uso de modelos científicos, que permitan explicar los fenómenos que se quieran comprender. Acorde a los planteamientos de Justi (2011), la investigación científica se fundamenta en el desarrollo, evaluación y revisión de modelos a partir criterios estratégicos propios de las ciencias. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede afirmar que:

[...] Los modelos ocupan una posición intermedia entre los fenómenos y las teorías; son un mediador entre la realidad que se modeliza y las teorías sobre esa realidad. No debe olvidarse que son representaciones parciales de la realidad, lo que implica que no son la realidad ni copias de la realidad (Justi, 2011; citado por Caamaño, 2011, p.p 19).

En consecuencia, guiar a un estudiante a comprender un fenómeno a partir de la modelización, le permite cimentar redes de conocimiento interdisciplinar, que dan cuenta de las construcciones mentales sobre temas de interés. Y justamente eso lo que se pretende hacer con esta actividad, guiar a los estudiantes a la modelización del comportamiento de los gases, con el objetivo de ampliar y profundizar en su

comprensión, lo que para Jiménez (2012) contribuiría al uso correcto de pruebas y su relevancia en la construcción de un argumento científico.

En ese orden de ideas, la pregunta 2 pedía a los estudiantes que explicarían el comportamiento general de los gases, teniendo en cuenta sus características y propiedades, y usando términos como la *expansión*, la *difusión*, la *compresión*, entre otros. Para lo cual, resulta fundamental establecer las palabras claves arrojadas en el AFC, asociando sus respectivas frecuencias.

Tabla 13.

Frecuencia de palabras AFC – actividad 2

PREGUNTA 1			
FRECUENCIA FUERTE	FRECUENCIA (%)	FRECUENCIA DÉBIL	FRECUENCIA (%)
Aumentar	1.85	Aire	0.62
Constante	1.65	Boyle	0.72
gas	2.16	Charles	0.93
Ley	2.47	Directamente	0.93
Presión	2.57	Disminuir	0.41
Temperatura	1.75	Expandir	0.21
Volumen	2.27	Explicar	0.31
		Fuerza	0.20
		Lussac	0.51
		Globo	0.62
		Mayor	0.41
		Proporcional	0.82
		Reducir	0.21
		Relación	0.41
PREGUNTA 2,3			
Cambiar	1.50	Alta	0.53
Comprimir	1.92	cinética	0.85
Expandir	1.39	Colisiones	0.21
fácil	1.71	Constante	0.32
Gas	4.49	Densidad	0.11
partículas	2.24	Explicar	0.96
Volumen	1.07	Generar	0.32
		Intermoleculares	0.32
		Mayor	0.21
		Molecular	0.75
		Presión	0.21
		Temperatura	0.21

En esta pregunta, se solicitó a los estudiantes que relacionarán la modelización con la argumentación, con el objetivo de tener como referencia la modelización, para lograr una mayor comprensión del fenómeno y de paso, fortalecer el pensamiento crítico. En ese sentido, es importante analizar la respuesta dada por el estudiante E1

***E1** La facilidad que tienen los gases de **comprimirse** se debe a que, a diferencia de los sólidos y los líquidos, las partículas que se encuentran en estado gaseoso carecen de estructura definida, ordenada y estructurada, esta es la razón por la cual, ocupan todo el espacio que los contiene, lo cual hace que no experimenten **fuerzas cohesivas importantes** entre partícula y partícula.*

Como se evidencia en la tabla 9, se esperaba que los estudiantes hubiesen hecho énfasis en palabras como “colisiones”, “intermoleculares”, “presión”, “temperatura”, ya que son un indicativo del uso de términos de mayor complejidad, lo cual implica un ejercicio de construcción más minucioso.

A partir del corpus textual, IRAMUTEQ crea las clases, estas se forman a partir de la relación homogénea entre las palabras encontradas en las diferentes preguntas. Las clases que se formaron para la actividad 2, incluyen las palabras en grupos según los términos relacionados; el software utiliza la prueba chi cuadrado (X^2) para su elaboración. Posteriormente, se crea el dendograma de las clases codificadas; con el fin de facilitar la comprensión del gráfico y de las clases, cada una de ella se da en un color diferente. Por otra parte, también es importante mencionar que el tamaño de las palabras es proporcional al porcentaje de frecuencia media. A continuación, se muestra el dendograma obtenido para la actividad 2.

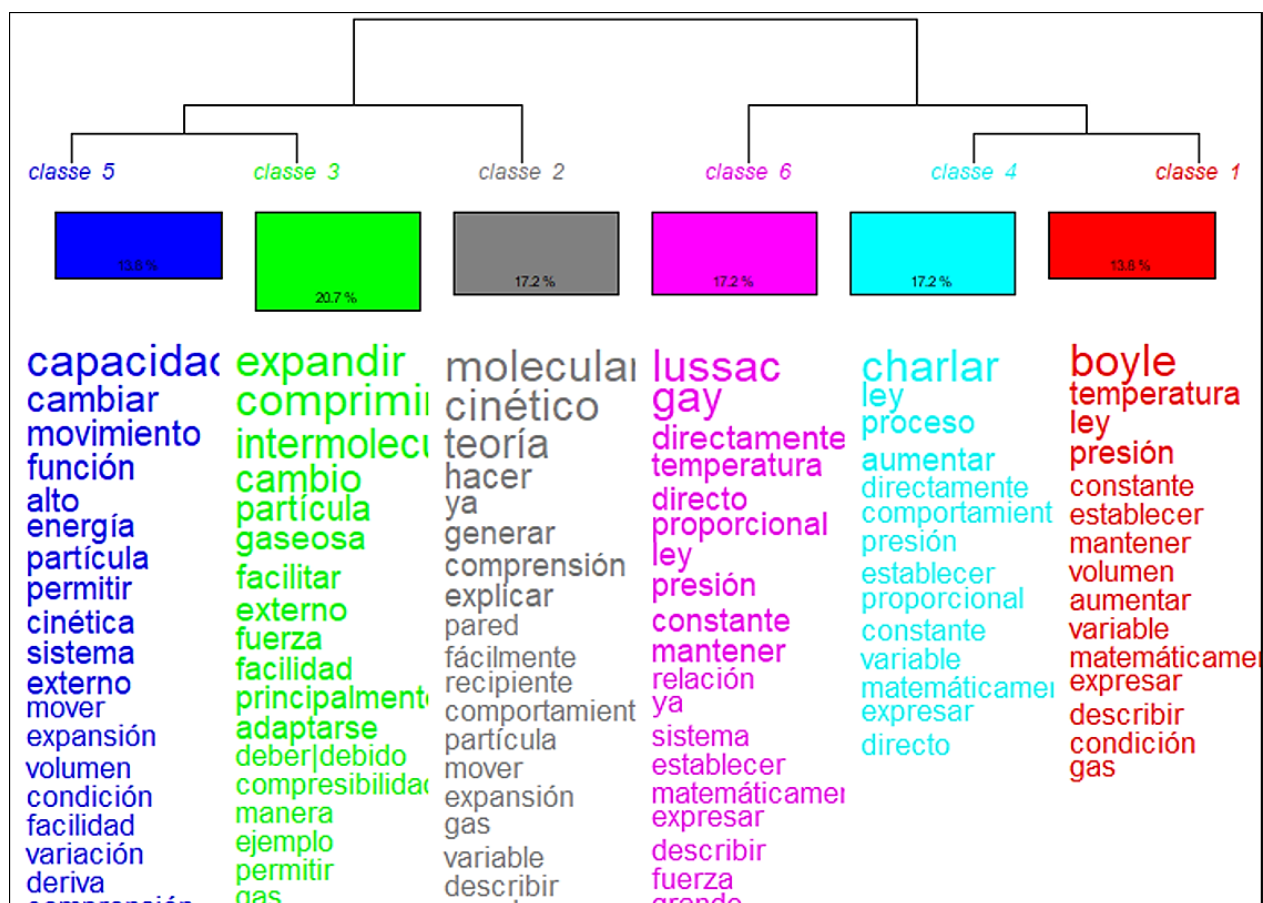


Figura 17. Dendrograma de clasificación de palabras para la actividad 2. Fuente: Elaboración propia

Al observar el dendrograma, se identifican claramente cuáles fueron las clases que se formaron durante el análisis del corpus textual y cuáles se destacan en la conformación de cada clase. Como se evidencia en el tamaño del efecto, las formas específicas de cada clase se relacionan con el tema de gases, esta tendencia, queda altamente evidenciada en este clúster y en la nube de palabras. Algunos de los ejemplos que aportarían evidencia son: “capacidad”, “cambiar”, “movimiento”, “expandir”, “comprimir”, “intermoleculares”, “molecular”, “cinético”, “teoría”, “Lussac”, “directamente”, “Charles”, “Boyle”, “temperatura”. Estas clases se forman acorde a la ocurrencia de las palabras mediante el análisis de sus raíces léxicas (Camargo & Justo, 2013).

Teniendo en cuenta lo anterior, la clase 2 forma parte de la reagrupación de las clases 3-5. De tal manera se puede ver que cuanto más arriba este en la lista la palabra y cuanto

mayor el tamaño, más significativa su influencia en la clase, por ende, se puede resaltar como por ejemplo en la reagrupación 1, 4 y 6 corresponden a los conceptos claves que explican las leyes de los gases, aquí se evidencian palabras como “Lussac”, “ley”, “directamente”, “charles”, “ley”, “directamente”, “Boyle”, “temperatura”, “presión” y “constante”, mientras que la reagrupación de las clases 2, 3 y 5, está asociado con los procesos que pueden ocurrir en cada contexto en particular, es decir a los términos claves que permiten explicar el comportamiento de cada ley, así por ejemplo, se encuentran palabras como: “expandir”, “comprimir”, “teoría”, “cinético”, “molecular”, “intermoleculares”, “cambio”.

En este dendograma se observa una situación interesante, nótese como la clase 3 muestra el porcentaje de coincidencia más alto de todos; el 20.7%, lo que indica que la asociación y relevancia de las palabras de esta clase en relación con el subcorpus (2-3-5), explica el uso de términos apropiados por los estudiantes, en relación al comportamiento de los gases, esto se evidencia por ejemplo en la respuesta dada por el estudiante E10:

E10 La ley de Charles es una parte fundamental en los planteamientos de la teoría cinético molecular de los gases, ya que se deriva de que a presión constante, el comportamiento de los gases se puede describir perfectamente a través de las variaciones de los volúmenes ocasionados por cambios en la energía cinética de las partículas gaseosas, como cuando la temperatura aumenta, las partículas del gas se mueven con mayor energía y chocan activamente con mayor frecuencia contra las paredes del recipiente, haciendo que el volumen aumente.

En la respuesta dada por el estudiante, se puede evidenciar, el uso de palabras como “energía cinética”, “mueven”, tratar de explicar el fenómeno, recurriendo a la ley de Charles, la cual expresa que, para un sistema cerrado de un gas ideal, el proceso termodinámico se lleva a presión constante, el volumen y la temperatura son directamente proporcionales y su comportamiento se fundamenta principalmente en la teoría cinético molecular de los gases.

En cuanto a la relación entre clases, es importante mencionar que esta se hace de arriba hacia abajo, encontrándose que, para este análisis del corpus, se subdivide en cuatro subcorpus; la clase 1 que suma un porcentaje de coincidencia del 13.6%, y la clase 4 que suma una coincidencia del 17.2%. El otro subcorpus que lo conforma la clase 3 y 5, cada uno sumando un porcentaje de coincidencia de 20.7% y 13.6%, respectivamente. El tercer subcorpus, la clase 2 que está reagrupada por la clase 5 y 3, tienen una coincidencia del 17.2% y finalmente la clase 6 que está reagrupada por la clase 1 y 4, con un porcentaje de coincidencia del 17.2%.

Una vez analizadas las características de cada clase, identificadas en el procesamiento de la información, se avanza en la delimitación de las categorías de análisis para la actividad 2, las cuales son: **propiedades de los gases** e **interpretación científica**. De esta manera, se buscó analizar e interpretar la información contenida en el dendograma, a la luz de encontrar la relación de las palabras y así cumplir el objetivo de la actividad, el cual consistió en favorecer en los estudiantes la comprensión de la relación entre la modelización y la argumentación.

De este modo, resulta interesante retomar la idea de Caamaño (2011), la cual plantea que los modelos científicos curriculares, son la versión escolar de los modelos científicos, es decir, el ejercicio realizado en esta actividad les permitió a los estudiantes construir paulatinamente sus propios modelos mentales, para comprender con mayor rigurosidad *los conceptos asociados al tema de interés. En palabras de Caamaño, (2011)*

[...] el proceso de aprendizaje en el aula debería consistir en la elaboración de una sucesión de modelos mentales de los estudiantes que progresivamente se irían aproximando al modelo científico. (Caamaño, 2011, p.p. 24)

En el análisis de la categoría “**propiedades de los gases**”, se analiza cómo los estudiantes utilizan los conocimientos básicos para explicar el comportamiento de un gas a través de las leyes de los gases, en relación con el estudio de las variables y su proceso termodinámico asociado. Es así como, por ejemplo, el uso de palabras como *directamente, inversamente, proporcional, constante, presión, volumen y temperatura*, dan cuenta del uso y de la relación de las variables para explicar el comportamiento de

cada una de ella en condiciones ideales. Esto se puede evidenciar en la respuesta del estudiante E14:

***E14** La relación directa entre la **presión** y la **temperatura** descrita por la **ley de Gay Lussac**, se deriva del comportamiento de las **partículas gaseosas**, ya que, a temperaturas más altas, tiene **mayor energía cinética** y chocan con las paredes del recipiente con mayor **fuerza**, lo que se ve representado directamente con el **aumento** de la presión del sistema que se esté estudiando, manteniendo constante el volumen.*

Con esta actividad se esperaba que los estudiantes relacionarán la modelización con la argumentación, a partir del análisis de las variables de interés para cada ley, avanzando en una interpretación de su comportamiento a partir del uso de simuladores de GeoGebra. Fue significativo encontrar respuestas en las cuales los estudiantes relacionaban la ley que trataban de explicar, con un modelo aplicado a la vida cotidiana, un ejemplo de esto es el dado por el estudiante E1:

***E1** Para poder explicar lo que se ve en la gráfica de GeoGebra, se puede partir del ejemplo de un neumático de un carro. Si el carro se encuentra por ejemplo en Girardot, donde probablemente está siendo un día muy caluroso, la temperatura del aire en el interior del neumático, aumentara. Teniendo en cuenta el planteamiento de la ley de **Gay Lussac**, la presión del aire en el neumático también **aumentara directamente proporcional** al aumento de la **temperatura**, lo que estaría representado en un aumento de la presión interna del neumático. En ese sentido, es importante mencionar que, si se **excede** la **presión**, el neumático estallara, concluyendo que, a **volumen constante**, la **presión** del neumático es **directamente proporcional** a la temperatura.*

En la respuesta dada por el estudiante E1, es importante mencionar que la relación directamente proporcional entre la temperatura y la presión debe ser entendida como un fenómeno de equilibrio térmico y mecánico, en donde incluso a altas temperaturas se esperaría que el neumático se desinflara.

Por otra parte, en el análisis de la categoría “**interpretación científica**”, se resaltan las palabras; “**comprimir**”, “**expandir**”, “**movimiento**”, “**comportamiento**”, “**variación**”, “**compresibilidad**”. Estos términos permiten comprender la relación entre la modelización y la argumentación, ya que, a partir del análisis de diferentes fenómenos descritos en algunos modelos científicos, los estudiantes explican el comportamiento de los gases cuando se modifican sus variables. Por ejemplo, el uso del concepto “**expandir**” o “**comprimirse**”, da cuenta de la comprensión de los postulados de la teoría cinético molecular de los gases, en la medida en la que el estudiante logra explicar que, si se comprime un gas, su volumen disminuye, y por lo tanto las distancias intermoleculares entre ellos también. Este proceso, se relaciona directamente con el aumento de la frecuencia del choque de las partículas con las paredes del recipiente que los contiene. Un ejemplo de esta situación se evidencia en la respuesta del estudiante E16:

***E16** La facilidad que tienen los gases de **comprimirse** se debe a que, a diferencia de los sólidos y los líquidos, las **partículas** que se encuentran en estado gaseoso carecen de estructura definida, ordenada y estructurada, esta es la razón por la cual, ocupan **todo el espacio** que los contiene, lo cual hace que no **experimenten** fuerzas cohesivas importantes entre partícula y partícula.*

En aras de profundizar en torno a la comprensión de las clases y el análisis de las categorías definidas para esta actividad 2, se realizó el proceso del AFC. La figura 18 muestra el análisis factorial de correspondencia de variables:

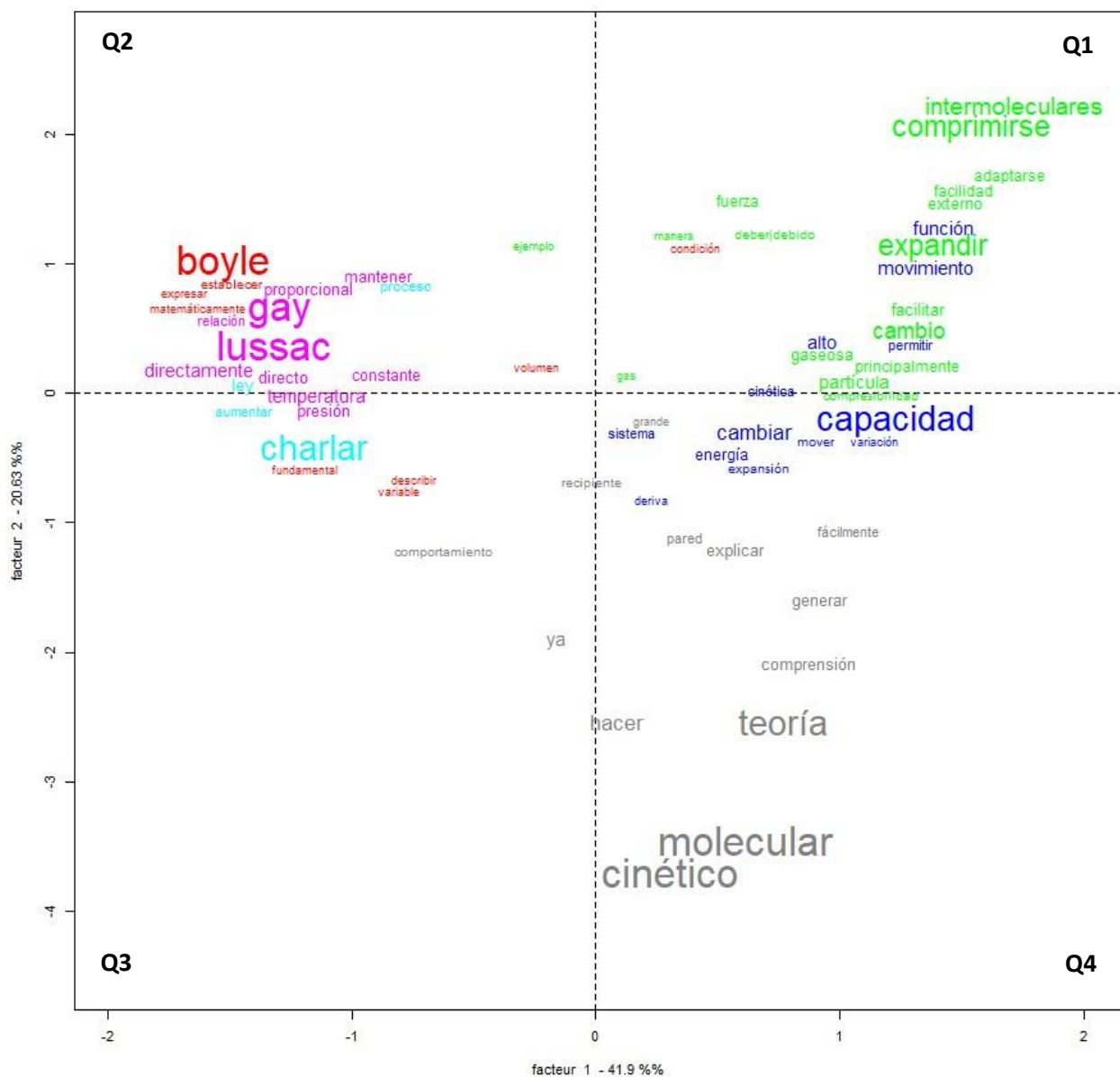


Figura 18. Dendrograma de clasificación de palabras para la actividad 2. Fuente:
Elaboración propia

La figura 18, permite analizar las aproximaciones y distancias entre las clases, acorde al posicionamiento de los cuadrantes. En el plano cartesiano que se presenta, se pueden ver las palabras que componen cada clase y por ende a través del análisis del AFC, se logran realizar las diferentes asociaciones entre las palabras que componen las clases y su aparición en el corpus. De ahí que, se puede afirmar que las clases 1, 3, 5, 6 presentan

una tendencia en los cuadrantes Q2 y Q1, acercándose a los puntos periféricos de cada uno de ellos, lo que permite concluir, que las palabras de cada cuadrante están siendo utilizadas en contextos diferentes. Este comportamiento se asocia a las características particulares de cada pregunta propuesta en la actividad 2.

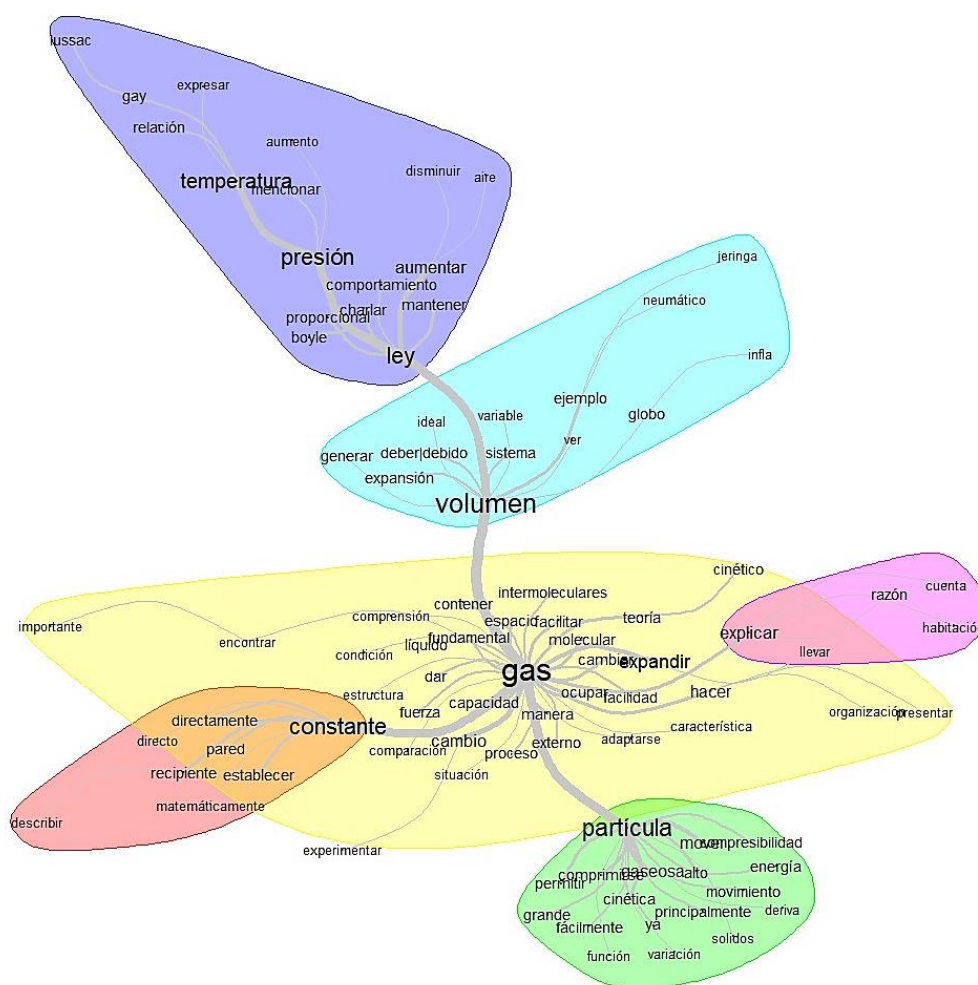


Figura 19. Análisis de similitud para la actividad 2. Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la figura 19, destaca la aparición de palabras resaltadas como “gas”, “volumen”, “ley”, “presión”, “temperatura”, “constante” y “partícula”, identificándose de manera clara que el vértice de conexión entre estas palabras tiene el mismo grosor. Lo anterior explica la relación marcada de las palabras con el corpus textual analizado, es decir, este diagrama de similitud permite corroborar la relación existente entre las respuestas dadas por los estudiantes, para explicar el comportamiento de los gases.

En consecuencia, se identifican diferentes relaciones de la palabra gas, con términos como “directamente”, “expansión”, “recipiente”, “variable”, “proporcional”, las cuales muestran que, a partir del tema central de los gases, se derivan múltiples explicaciones, acorde a las preguntas propuestas en la actividad, pero que aun cuando sean diferentes, se mantiene el eje central en torno al estudio de los gases.

Por último, la nube de palabras, también se empleó como un recurso que permitió resaltar en mayor tamaño, las palabras de mayor frecuencia en el análisis del corpus textual. Esta herramienta es de gran utilidad, ya que reafirma la frecuencia de las palabras encontradas en el corpus, así como su relación con el tema de estudio. Es así como se identifican en mayor tamaño aquellas palabras que: A) pueden ser relevantes en las respuestas de los estudiantes, o b) aunque se usan en buena proporción, pueden no ser significativas en el corpus.



Figura 20. Nube de preguntas para la actividad 2. Fuente: Elaboración propia

10.3.1.3. ACTIVIDAD 3: PERMANENCIA DE LOS ASTRONAUTAS DE LA CREW-4, EN LA ESTACIÓN ESPACIAL INTERNACIONAL (EEI)

En esta actividad se requiere de la articulación de las pruebas, con el modelo de explicación de las condiciones espaciales necesarias para la permanencia en la EEI, lo que hace que esta actividad sea más compleja que las anteriores, ya que cada grupo de estudiantes están trabajando con conjuntos de datos complejos, por lo que, de la correcta interpretación y comprensión del fenómeno, dependerá el nivel de logro de este objetivo.

Constó de tres preguntas, las cuales tenían cada una de ellas un objetivo de aprendizaje claro, asociado a un nivel de argumentación, enfocándose en el desarrollo y fomento del nivel de argumentación hermenéutico en los estudiantes. Dentro del análisis inicial, se obtuvieron las palabras claves con sus frecuencias respectivas. A continuación, se muestra la tabla 14 con estos indicadores:

Tabla 14.
Frecuencia de palabras AFC – actividad 3

FRECUENCIA FUERTE	FRECUENCIA (%)	FRECUENCIA DÉBIL	FRECUENCIA (%)
PREGUNTA 1			
Aire	1.21	Agua	0.97
Explicar	2.18	Electrólisis	0.85
Generar	1.09	Datos	0.36
Mejor	2.18	Gas	0.24
		Reciclar	0.73
PREGUNTA 3			
Molécula	1.94	Aire	0.26
Agua	1.04	Electrólisis	0.39
Datos	2.47	Explicar	0.39
		Generar	0.13
		Oxígeno	0.65
		Reciclar	0.26
		Sistema	0.78

A partir del corpus textual, IRAMUTEQ crea las clases, estas se forman a partir de la relación homogénea entre las palabras encontradas en las diferentes preguntas. Por otra parte, también es importante mencionar que el tamaño de las palabras es proporcional

al porcentaje de frecuencia media. A continuación, se muestra el dendograma obtenido para la actividad 3.

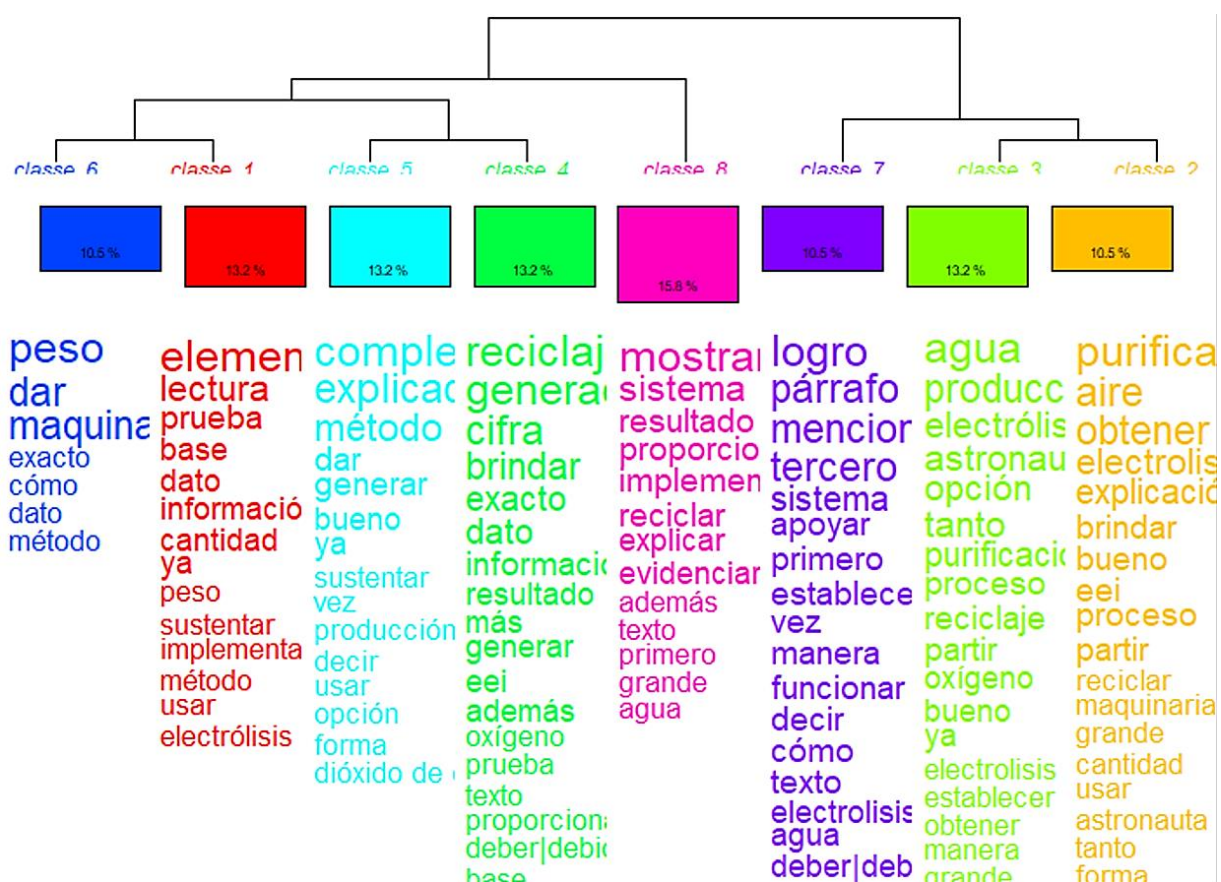


Figura 21. Dendograma de clasificación de palabras para la actividad 3. Fuente:
Elaboración propia

Al observar el dendograma, se identifican claramente cuáles son las clases que se formaron durante el análisis del corpus textual y cuáles se destacan en la conformación de cada clase. Como se evidencia, las palabras de mayor relevancia en las diferentes clases son: “peso”, “elemento”, “lectura”, “explicación”, “método”, “reciclaje”, “generador”, “agua”, “producción”, “electrólisis”, “purificación”, “aire” (tabla 9). Estas clases se forman acorde a la ocurrencia de las palabras mediante el análisis de sus raíces léxicas (Camargo & Justo, 2013). Por otra parte, los términos están relacionados con el objetivo de la actividad 3, el cual consistía en la identificación de pruebas que apoyarán los enunciados presentados, sobre la permanencia de los astronautas en la estación espacial internacional (EEI). En ese sentido, se pone a prueba uno de los aspectos más

importantes para desarrollar la argumentación en los estudiantes, dado que identificar las pruebas que apoyan o no un enunciado, implica un proceso de abstracción de gran complejidad (Jiménez, *et al.*, 2010).

Teniendo en cuenta el dendograma de la figura 18, se identifica cómo las clases 1 – 6 y 4 y 5, se reagrupan para consolidar la clase 8, por otra parte, las clases 2 y 3, se reagrupan para consolidar la clase 7. Para esta actividad en especial, no se tiene una respuesta completa o incompleta, dado que, bajo la lectura de las afirmaciones dadas, los estudiantes debían indicar cuales de éstas apoyaban la explicación A o la explicación B.

- A. La EEI cuenta con un sistema que genera oxígeno a partir de la electrolisis del agua. El oxígeno que se obtiene se utiliza para mantener la atmosfera respirable.*
- B. En la EEI cuenta con sistemas de filtración y purificación de aire, lo que permite el reciclaje del aire respirado por los astronautas. El proceso consiste en eliminar dióxido de carbono y vapor de agua del aire, y reintroducir oxígeno en la atmosfera.*
- C. Es debido a una combinación de A y B*

Para tal fin, se analizó el dendograma y se encontró que la reagrupación de las clases 1, 4, 5 y 6, dan cuenta de las palabras utilizadas por los estudiantes, para argumentar en relación con la mejor explicación para la problemática presentada de la permanencia de los astronautas en la EEI. El uso de palabras como *generar, reciclaje, oxígeno, producción, electrolisis*, explican de manera inicial, cual fue el argumento de los estudiantes para seleccionar una u otra explicación, un ejemplo de esto se evidencia en la respuesta dada por el estudiante E2:

***E2** La opción c es la mejor porque funciona de manera más efectiva para los astronautas debido a que el proceso de **electrólisis** se produce **oxígeno** por medio del **reciclaje** del **agua**. Así mismo, la purificación y filtración del **CO₂** exhalado por los astronautas **produce** más moléculas de oxígeno.*

Para esta actividad, se delimitó con ayuda del dendograma, una categoría de análisis: ***Elección de pruebas.***

Para la categoría de análisis **elección de pruebas**, es importante considerar los criterios tenidos en cuenta por los estudiantes, para definir cuál de todas las afirmaciones suministradas apoyaban las explicaciones dadas. En este punto se resalta la capacidad de abstracción de los estudiantes, con la cual seleccionan la información más pertinente frente a las explicaciones dadas. Esto indudablemente fomenta en ellos el pensamiento crítico, en la medida en que requiere que los estudiantes realicen una evaluación y análisis riguroso de la información suministrada, lo cual permite que examinen constantemente la información dada y puedan establecer criterios de análisis. Un ejemplo de este ejercicio es el dado por el estudiante E9:

***E9** La mejor explicación sería la C debido a que si se quiere que los astronautas permanezcan más tiempo en el espacio (**EEl**), usar tanto **purificación** de aire, como el **oxígeno** a partir de la **electrolisis**, se puede obtener una mayor cantidad de **aire** en poco tiempo y eso ayudará a que los astronautas alarguen su estadía, sin embargo, el peso de estas **maquinarias** podría ser una consecuencia de las cuales no se sabe su magnitud.*

Se observa con la respuesta dada por el estudiante E9, que estos ejercicios promueven la argumentación, pues cuando el estudiante analiza, selecciona y justifica el uso de una explicación u otra, requiere un proceso mental de mayor complejidad (Jiménez, et al., 2010).

Para esta actividad, solo se consideró analizar la nube de palabras, de esta manera la figura 19 presenta de manera creciente las palabras que fueron consideradas más importantes por los estudiantes, al momento de justificar cuál enunciado daba cuenta de las diferentes explicaciones. Dentro de estas palabras se hayan: *oxígeno, proporcionar, aire, agua, electrólisis, sistema.*



Figura 22. Nubes de palabras para la actividad 3. Fuente: Elaboración propia

10.3.1.4. ACTIVIDAD 4: ANESTESIOLOGÍA, UNA COMBINACIÓN QUÍMICA PERFECTA

El objetivo de “*anestesiología; una combinación química perfecta*”, consiste en **evaluar un enunciado científico a la luz de las pruebas suministradas**. El fenómeno por estudiar tiene que ver con la mezcla de gases usada en un proceso de sedación profunda, en aras de que el estudiante pueda comprender la importancia de las presiones parciales y totales en una mezcla de gases.

Al momento de realizar el análisis del AFC en IRAMUTEQ, se logró consolidar la tabla 15, en la que se relacionan las palabras claves y sus respectivas frecuencia.

Tabla 15.

Frecuencia de palabras AFC – actividad 4

FRECUENCIA FUERTE	FRECUENCIA (%)	FRECUENCIA DÉBIL	FRECUENCIA (%)
Fracción	1.56	Directamente	0.10
Gas	4.0	Explicar	0.88
Mayor	1.56	Ideales	0.29
Médico	1.17	Intermoleculares	0.20
Mezcla	1.56	Ley	0.49
Parcial	3.02	partículas	0.29
Presión	2.25	Proporcionales	0.29
		Sistema	0.20
		Volumen	0.10

La tabla 15 muestra las palabras de mayor relevancia en negrilla, y de color rojo aquellas palabras que, aunque no tienen frecuencia alta, se esperaba haber encontrado en las respuestas de los estudiantes; la respuesta dada por el estudiante E5, confirma estos supuestos:

E5 La descripción dada por el médico anestesiólogo está en oposición con los planteamientos propuestos en la **ley de Dalton**, la cual establece que la presión parcial de un gas es **proporcional** a la fracción molar. Si la fracción molar del N_2O es 0.6, esto significa que su presión parcial es de 480 mmHg, mientras que para el oxígeno será de 320 mmHg, lo que explica que ambas presiones **no son las mismas**.

Nótese como el uso de la palabra “*proporcional*” y “*ley de Dalton*”, permiten identificar que el estudiante reconoce el concepto químico que explica esta mezcla de gases, el cual se asocia con la ley de Dalton, en el cual es fundamental establecer la relación proporcional entre la presión del gas y la fracción molar. Sin embargo, como se observa en la tabla de frecuencias, las palabras “proporcional” y “directamente no se mencionaron en gran medida, razón por la cual, se puede interpretar, que gran parte de los estudiantes limitaron su explicación a interpretar los datos dados, sin hacer un análisis más profundo y detallado.

Otra de las respuestas que llamó la atención en este análisis, fue la dada por el estudiante E2:

E2 Cuando se analiza la presión parcial, se está analizando la **contribución** de cada gas a **la presión total del sistema** en estudio. Dado que la fracción molar del N_2O es 0.6, se podría pensar que representa el 60% de las partículas en estado gaseoso y que para el O_2 significara el 40% restante. Además de esto, teniendo en cuenta la **ley de Dalton**, la presión parcial del N_2O es 0.6 veces la presión total, es decir 480 mmHg, mientras que para el O_2 representaría 320 mmHg, **concluyendo de esa manera que las presiones parciales son diferentes**.

A continuación, se muestra el dendograma obtenido para la actividad 4.

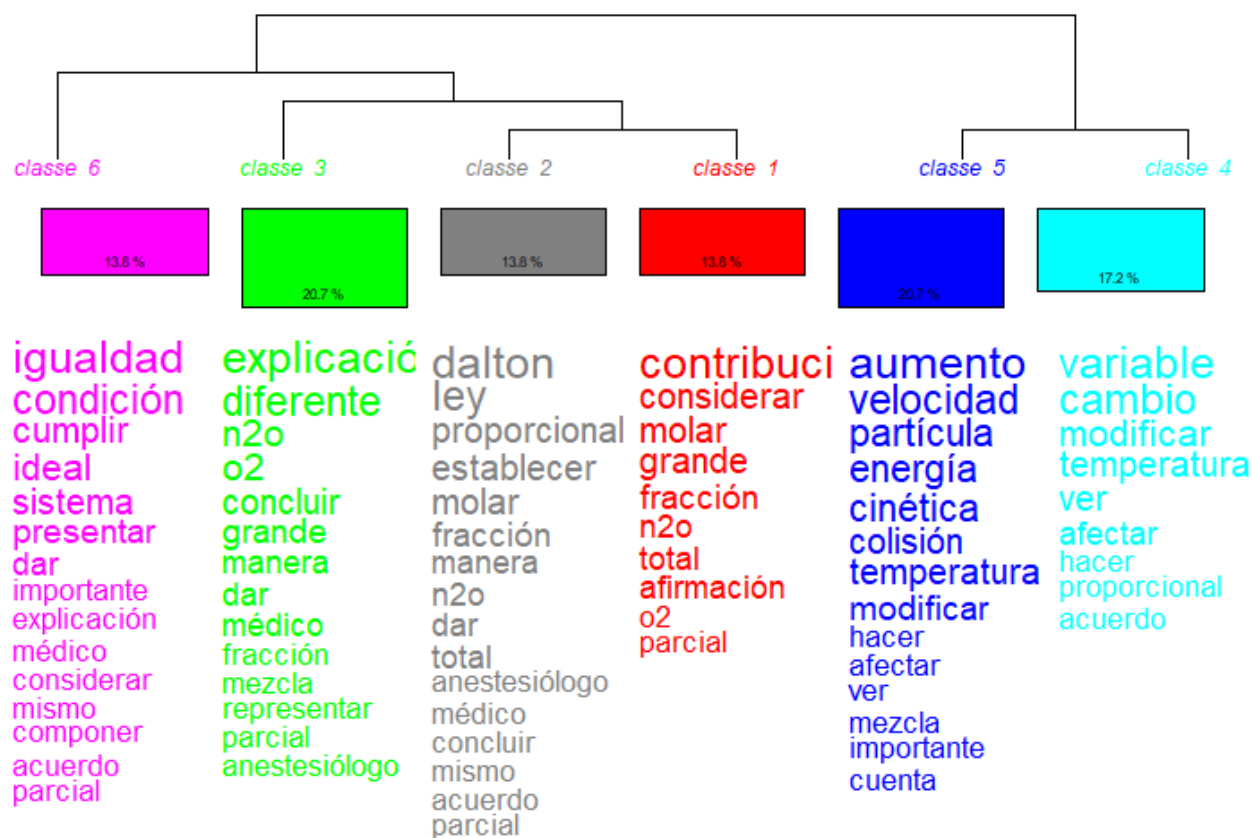


Figura 23. Dendograma de clasificación de palabras para la actividad 4. Fuente:

Elaboración propia

Al observar el dendograma, se identifican claramente cuáles son las clases que se formaron durante el análisis del corpus textual y cuáles se destacan en la conformación de cada clase. Como se evidencia, las palabras de mayor relevancia en las diferentes clases son: “*igualdad*”, “*condición*”, “*diferente*”, “*N₂O*”, “*O₂*”, “*Dalton*”, “*ley*”, “*proporcional*”, “*considerar*”, “*molar*”, “*aumento*”, “*velocidad*”, “*partícula*”, “*variable*”, “*cambio*”. Claramente estas palabras están asociadas con el objetivo de la actividad 4, el cual consistió en evaluar un enunciado a la luz de las pruebas, para el caso de la mezcla de gases empleada en una anestesia general con sedación profunda, esto se realizó con el fin de fortalecer en los estudiantes el desarrollo del pensamiento crítico

Al analizar el dendograma, se encontró que la clase 3 surge de la reagrupación de las clases 1 y 2. Además, la clase 3 es quien presenta el porcentaje de coincidencia más alto (207%), lo que explica la relevancia de sus palabras, con las clases (1-2-6). Por otra parte, se evidencia una reagrupación independiente para la clase 4 y 5. Dentro del primer subcorpus mencionado, algunas palabras que se encuentran son las siguientes: “*ley*”, “*dalton*”, “*N₂O*”, “*O₂*”, “*proporcional*”, “*igualdad*”, “*diferente*”. Teniendo en cuenta estas palabras, se evidencia una relación entre las clases, que determina cuál es el comportamiento de los gases en una mezcla y el objetivo propio de la actividad. Por otro lado, la reagrupación independiente de las clases 4 y 5 muestra como palabras representativas: “*aumento*”, “*velocidad*”, “*partícula*”, “*variable*”, “*cambio*”. Estas palabras se pueden interpretar, como los términos empleados para explicar lo que ocurre con las presiones parciales en el sistema de gases utilizados en anestesiología. En este sentido, resulta importante ver cómo la palabra “*variable*”, que presenta un alto grado de relevancia en la clase 4, podría hacer referencia a la variable concentración, y de esa manera se identificaría de entrada que el estudiante comprende que la concentración afecta en primera instancia a la fracción molar. Esto se puede ver en la respuesta dada por el estudiante E9:

E9: *La afirmación planteada es incorrecta, dado que la **presión parcial** de una mezcla de gases depende o se ve afectada al modificar **variables** como la concentración, en conclusión, está estrechamente relacionada con la **fracción molar**.*

En cuanto a la relación entre las variables, es importante mencionar que la clase 1 mostró un porcentaje de coincidencia del 13.6%, la clase 2 muestra un porcentaje de coincidencia del 13.8%. Por otra parte, la clase 3, es la que mayor porcentaje de coincidencia tiene con un valor del 20.7%. Se destaca que las clases 3 y 5 muestran mayor coincidencia en las palabras empleadas.

Una vez hecho esta reflexión, se definen las 2 categorías de análisis: “**contenido conceptual**” y “**lenguaje y comunicación**”. Estas categorías delimitadas a partir del dendograma, permiten en primer lugar, analizar en relación a los conceptos claves empleados para explicar el comportamiento de las presiones parciales de los gases y, por otro lado, identificar la categoría “lenguaje y comunicación”, con la cual los estudiantes logran explicar adecuadamente la relación que se les está cuestionando.

La categoría de análisis “**contenido conceptual**”, se definió a partir del resultado del dendograma. Así palabras como “*ley*”, “*dalton*”, “*proporcional*”, “*variable*”, “*cambiar*”, resultan representativas en las clases delimitadas en el análisis del corpus textual. En ese orden de ideas, es importante que el estudiante reconozca que la ley de Dalton justifica el comportamiento de la presión parcial de los gases en una mezcla, y que procesos como el cambio en las concentraciones, modifica las fracciones molares, por lo que se evidencia la relación entre presión y fracción molar. La respuesta del estudiante E18 refrenda esta reflexión:

***E18** Cuando se analiza la presión parcial, se está analizando la contribución de cada gas a la presión total del sistema en estudio. Dado que la **fracción molar** del N_2O es 0.6, se podría pensar que representa el 60% de las partículas en estado gaseoso y que para el O_2 significara el 40% restante. Además de esto, teniendo en cuenta la **ley de Dalton**, la **presión parcial** del N_2O es 0.6 veces la presión total, es decir 480 mmHg, mientras que para el O_2 representaría 320 mmHg, concluyendo de esa manera que las presiones **parciales** son diferentes.*

Por otra parte, la categoría de análisis **lenguaje y comunicación**, permite analizar la manera en que los estudiantes comunican sus ideas, en términos de comprensión, coherencia y claridad, por ello el uso de palabras como “*afectar*”, “*considerar*”, “*explicación*”, “*condiciones*”, corroboran la importancia de dicha categoría. Es importante

señalar que el uso de estas palabras puede dar sentido al argumento construido y permiten a la investigadora deducir que, al encontrar estas palabras, el estudiante da peso a su respuesta. En este sentido, el uso de la palabra “*afectar*”, ratifica la importancia que el estudiante concede a los cambios en las concentraciones y cómo estos pueden llegar a afectar las fracciones molares en la mezcla de gases.

Con el fin de profundizar en la comprensión de las clases y el análisis de las categorías definidas para esta actividad 4, se realizó el proceso del AFC. La figura 21 muestra el análisis factorial de correspondencia de variables:

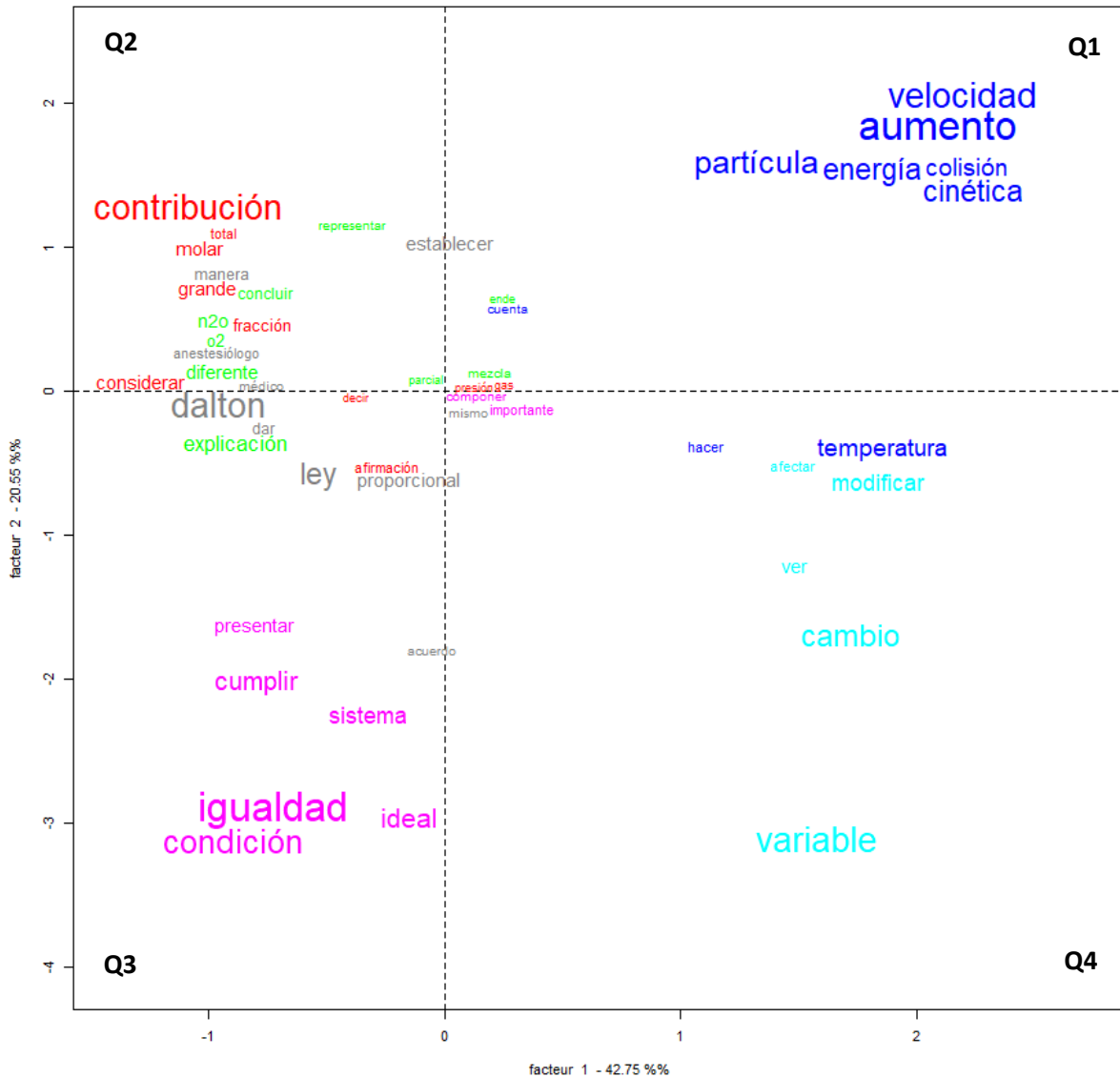
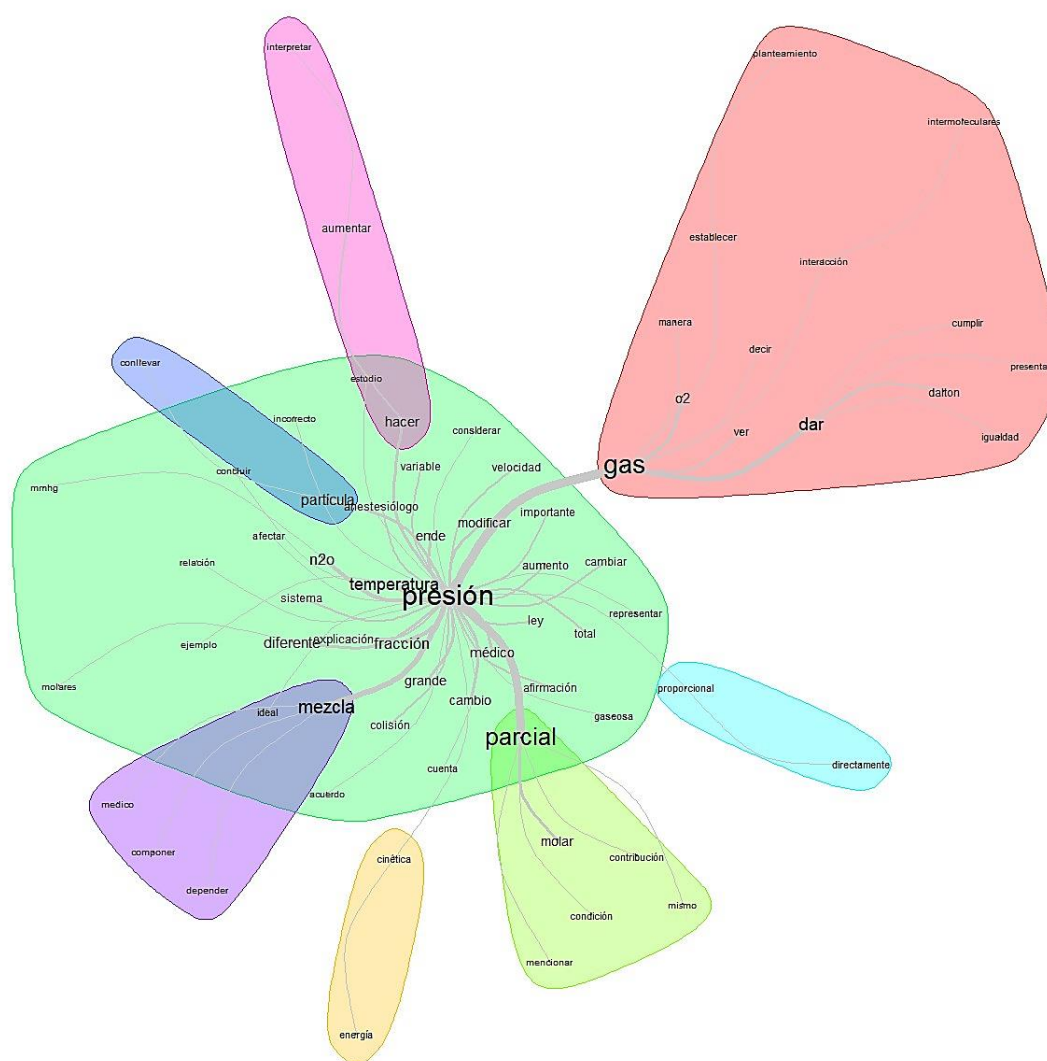


Figura 24. Dendrograma de clasificación de palabras para la actividad 2. Fuente:
Elaboración propia

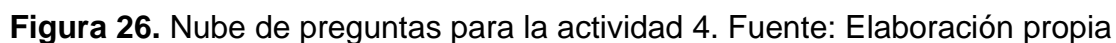
En la figura 24 se pueden analizar las aproximaciones y distancias entre las clases, acorde al posicionamiento de los cuadrantes. En el plano cartesiano que se presenta, se pueden ver las palabras que componen cada clase y por ende a través del análisis del AFC, se logran realizar las diferentes asociaciones entre las palabras que componen las clases y su aparición en el corpus. Se puede afirmar que las clases 1 y 3 tienen tendencia marcada en el cuadrante Q2, la clase 5 tiene tendencia marcada en el cuadrante Q3 y la clase 5 en el cuadrante Q1. A partir de la ubicación en los cuadrantes, se logra ver cómo

A continuación, se presenta el análisis de similitud realizado por IRAMUTEQ. En este se muestran los vínculos entre las palabras del corpus textual, permitiendo dilucidar los temas relacionados en dicho corpus. Este análisis permite identificar la conexión entre palabras, a partir del estudio de sus raíces semánticas lematizadas (Marchand y Ratinaud, 2012). A continuación, la figura 25 muestra el análisis de similitud para la actividad 4.



102

Por último, la nube de palabras, también se empleó como un recurso que permitió resaltar palabras de mayor frecuencia (mayor tamaño), en el análisis del corpus textual. Esta herramienta es de gran utilidad, ya que reafirma la frecuencia de las palabras encontradas en el corpus, así como su relación con el tema de estudio. Es así como se identifican en mayor tamaño aquellas palabras que: a) pueden ser relevantes en las respuestas de los estudiantes, o b) aunque se usan en buena proporción, no son significativas en el corpus.



9.3.1.5. ACTIVIDAD 5: EL TITÁN NO SOPORTÓ TANTA PRESIÓN

Esta actividad contó con dos preguntas, las cuales tenían cada una de ellas un objetivo de aprendizaje claro, asociado al nivel de argumentación hermenéutico, dado que en ambas preguntas se solicita a los estudiantes explicar la situación de la implosión del TITAN. La tabla 11 presenta las palabras claves y su porcentaje de frecuencia en el AFC:

Tabla 15.

Frecuencia de palabras AFC – actividad 5

FRECUENCIA FUERTE	FRECUENCIA (%)	FRECUENCIA DÉBIL	FRECUENCIA (%)
Carbono	1.25	Afectar	0.23
Disminuir	1,.67	Agua	0.70
Fibra	1.17	Aire	0.16
Hidrostática	2.10	Alta	0.70
Implosión	1.64	Bajar	0.31
Material	1.95	Boyle	0.31
Presión	4.36	Comprimir	0.23
Resistir	0.94	Densidad	0.62
Volumen	1.40	Dentro	0.55
		Descender	0.23
		Fuerzas	0.23
		Generar	0.62
		Mayor	0.62
		Proporcional	0.47
		Reducir	0.16
		Sumergir	0.55
		Temperatura	0.16
		Titán	0.78

La tabla 15, enlista las palabras claves significativas en el análisis del corpus textual. Allí, palabras como: “*implosión*”, “*presión*”, “*resistir*”, “*volumen*”, “*carbono*”, son los términos que presentan mayor porcentaje de frecuencia. Sin embargo, se esperaba que, en las respuestas de los estudiantes, fueran utilizadas palabras como: “*proporcional*”, “*comprimir*”, y “*Boyle*”, ya que para explicar el proceso de la implosión del TITAN es necesario hablar de aumento de la presión, haciendo que la compresión sea

directamente proporcional a la profundidad. En ese sentido, respuestas como las dadas por el estudiante E16, confirman el análisis:

***E16** Es probable que la **columna** de agua del TITAN haya generado una presión hidrostática muy alta, superando por mucho la presión dentro de la nave lo que pudo provocar la **implosión**. Adicionalmente, a partir de la **Ley de Boyle** es posible afirmar que al ir bajando la presión externa **aumenta** y **proporcionalmente**, busca disminuir el volumen de la nave, y debido a que la fibra de **carbón** no es tan densa, llega un punto en el que el material no resiste y se genera la **implosión**.*

En ese mismo sentido, resulta interesante observar la respuesta dada por el estudiante E14:

***E14.** La **presión hidrostática** del agua **comprimió** el material del sumergible, generando una **reducción** de **volumen** de este, ya que a **mayor presión menor volumen**. Es una de las causas ya que la fibra de carbón es menos densa que el acero y más flexible, esto haciendo aún más fácil que los materiales se **compriman** a una **presión alta**.*

En las dos respuestas, es apropiado ver la manera como los estudiantes hacen uso de las palabras: “ley”, “Boyle”, “implosión”, “hidrostática”, tratando de analizar el fenómeno de la implosión. Esto muestra como el nivel de desarrollo de aprendizaje es complejo, en la medida en que el estudiante se apropia del conocimiento científico y lo lleva a la interpretación de nuevos fenómenos.

11. ANÁLISIS INFERENCIAL DE LOS NIVELES DE ARGUMENTACIÓN

Uno de los objetivos específicos de esta investigación, tiene como propósito evaluar el uso del Thinking Classroom y las 7E, en el desarrollo de la habilidad argumentativa. En ese orden de ideas y teniendo en cuenta que el ítem anterior se fundamentó en un análisis de contenido de tipo descriptivo, fue necesario adelantar un análisis inferencial que permitiera definir si existía o no diferencia significativa respecto a los tres niveles de argumentación, además de evidenciar el nivel de desarrollo al finalizar la implementación

de la estrategia didáctica. A continuación, se detalla el protocolo seguido para el análisis de los datos:

I. Categorización de las respuestas: Dado que ya se habían realizado las transcripciones de los documentos para el análisis en IRAMUTEQ, se procedió a realizar la categorización de las respuestas dadas por los estudiantes en cada pregunta propuesta. En ese sentido, y teniendo en cuenta los elementos de un argumento, propuestos por Jiménez et al. (2010), se procedió a identificar por colores, dichos elementos presentes en las respuestas de los estudiantes. A continuación, se relaciona este proceso con un ejemplo:

Tabla 16.

Elementos propuestos por Jiménez et al. (2010) para evaluar un argumento.

Elementos de un argumento
Conclusiones
Pruebas
Justificaciones
Respaldo teórico
Calificadores modales
Refutaciones

A continuación, se retoma la respuesta del estudiante *E3* y se ejemplifican los elementos encontrados allí: *“La presión sobre el buzo aumenta ya que existe una mayor cantidad de agua sobre él, lo que por la ley de Boyle significa una reducción en el volumen de sus pulmones. Sin duda, si descendemos un globo en agua este reducirá su volumen acorde la distancia recorrida verticalmente.”*

En este ejemplo, se identifican los elementos del argumento elaborado por el estudiante *E3*, en la actividad 1 (A1). El contenido del mismo muestra la explicación del por qué aumenta la presión sobre el buzo, a medida que se sumerge y de manera sucinta proporciona un ejemplo adicional, para explicar su respuesta. En este texto, se notan los elementos del argumento: *conclusión, pruebas, justificación, respaldo teórico y calificador modal.*

Este ejercicio se realizó con todos los estudiantes, para cada respuesta. A continuación, la tabla 13 muestra la categorización para la pregunta 1, de la actividad 1

Tabla 17

Categorización respuestas pregunta 1

A1.E1.P1 La presión sobre el buzo aumenta por el agua que se encuentra sobre el por efecto de la gravedad esta presión aumenta cuando más profundo se encuentre como establece la ley de Boyle a mayor presión menor volumen, lo que disminuye la capacidad pulmonar del buzo.
A1.E2.P1 La presión aumenta, al descender hay una mayor cantidad de agua sobre el buzo, que por efecto de la gravedad hace presión sobre este. Esto puede ser por la forma en que disminuye la capacidad pulmonar pues al haber más presión por la ley de Boyle se sabe que el volumen del aire de los pulmones va a disminuir.
A1.E3. La presión sobre el buzo aumenta ya que existe una mayor cantidad de agua sobre él, lo que por la ley de Boyle significa una reducción en el volumen de sus pulmones. Para comprobar esto , si descendemos un globo en agua este reducirá su volumen acorde la distancia recorrida verticalmente.
A1.E4.P1 La presión sobre el buzo aumenta ya que existe una mayor cantidad de agua sobre él, lo que por la ley de Boyle significa una reducción en el volumen de sus pulmones. Para comprobar esto , si descendemos un globo en agua este reducirá su volumen acorde la distancia recorrida verticalmente.
A1.E5.P1 A medida que el buzo desciende este va a tener mayor cantidad de agua encima de él, lo que ejerce presión sobre el buzo. Esto se puede comprobar con la ley de Boyle ya que, mientras más cerca este de la superficie tendrá menor presión ejercida sobre él y por lo tanto el volumen de sus pulmones sería mayor.
A1.E6.P1 La presión sería más alta porque en mayor profundidad hay mayor agua por encima del buzo, de esta manera la densidad del agua se posiciona encima del buzo generándole una mayor presión. 1 litro de agua equivale a 1 kg por lo tanto el peso del agua en el mar es bastante grande por lo que la presión es mucho mayor el agua es más pesada que el aire, el aire es gaseoso y el agua es líquida.
A1.E7.P1 A medida que desciende el buzo debajo del agua, la presión atmosférica aumenta dado que conforme baja, se acumula el agua por encima del buzo, ejerciendo mayor presión de este. De igual manera la densidad influye en la presión del agua ya que conforme avanza, se encuentran más partículas las cuales ejercen más fuerza sobre el buzo.

A1.E8.P1 La presión aumenta sobre el buzo debido a que se encuentra un mayor porcentaje de agua sobre el buzo a medida que desciende el peso que presenta es mayor y más denso a medida que las partículas sobre el buzo aumentan. Las pruebas que podríamos proporcionar son gráficas y tablas directamente proporcionales entre la profundidad y la presión.
A1.E9.P1 A medida que el buzo desciende el volumen y la masa de agua sobre el aumentan y como la presión es una fuerza y la fuerza es masa por aceleración y aceleración es constante la fuerza (presión) va a aumentar lo cual también se puede ver en la gráfica y en la tabla.
A1.E10.P1 Como el agua tiene mayor densidad que el aire, esto representa que a medida que te sumerges el agua te ejercerá mayor presión, además , tener toneladas de agua encima. El aire al estar en estado gaseoso las partículas estarán más separadas en cambio el agua está en estado líquido sea ha hay mayor cantidad de moléculas dy están muy pegadas.
A1.E11.P1 A medida que desciende y al adquirir más profundidad, habrá más agua que ejerza presión sobre el buzo. Más profundidad, más presión.
A1.E12.P1 Porque a mayor profundidad, hay una mayor cantidad de agua ejerciendo presión sobre el buzo. Una prueba de esto es que el cuerpo humano solo aguanta descender hasta cierto punto en el que soporte la presión.
A1.E13.P1 A medida que el buzo desciende la presión aumenta debido a las fuerzas que ejerce la columna de agua sobre este. Esta fuerza que actúa como peso gracias a la densidad del agua y la gravedad.
A1.E14.P1 Porque a mayor profundidad hay una mayor cantidad de agua ejerciendo presión sobre el buzo. Una prueba de esto es que el cuerpo humano solo aguanta descender hasta cierto punto en el que soporta la presión.
A1.E15.P1 La presión sobre el buzo aumenta a medida que desciende debido a tres razones en específico. En primer lugar, aumenta la columna de agua sobre este, por ende, también aumenta la presión, en segundo lugar, aumenta la concentración de sales lo cual a su vez aumenta la densidad y por ende la presión. En tercer lugar , debido a la gravedad ya que es buzo se va acercando al núcleo de la tierra finalmente , dado que el volumen disminuye se puede afirmar por la ley de Boyle que la presión aumenta.
A1.E16.P1 Teniendo en cuenta que los buzos necesitan un tanque de aire para poder respirar bajo el agua ya que entre más descienden la presión del agua aumentará. Es decir, que la cantidad de aire en un volumen determinado disminuye a medida que desciende en profundidad. Esto se evidencia en

que , a mayor presión, menor volumen de aire en los pulmones, por ende , tendrá más dificultad para respirar.
A1.E17.P1 Esto se sustenta con la Ley de Boyle ya que este dice que el volumen y la presión están inversamente proporcionales por ende cuando la presión aumenta el volumen va a disminuir proporcionalmente esto teniendo en cuenta lo que evidencia la tabla y la gráfica mostrando que entre mayor profundidad y la presión menor será el volumen.

Una vez realizado este ejercicio para cada pregunta, se procedió a diseñar una matriz que permitiera obtener la información categorizada. Para tal fin, se determinaron bajo los planteamientos de los autores Jiménez, et al. (2010), los siguientes parámetros:

Es importante tener en cuenta que, la puntuación para cada elemento del argumento se determinó de la siguiente manera: a) 2 puntos para los elementos obligatorios en el argumento y b) 1 punto para los elementos opcionales en un argumento

Tabla 18

Parámetros de caracterización elementos de un argumento

Elemento del argumento	Puntuación	Niveles argumentativos	
Conclusiones	1 punto	Empírico	1- 3 puntos
Prueba		Analítico	4 – 6 puntos
Justificación		Hermenéutico	7 – 9 puntos
Respaldo Teórico	2 puntos		
Calificadores Modales			
Refutaciones			

Una vez realizada la categorización, se muestran los resultados para la pregunta 1 – actividad 1. Este ejercicio se realizó para cada pregunta planteada en la estrategia didáctica.

Actividad 1. ¿Qué tan profundo se puede llegar en el buceo?

Tabla 19

Categorización pregunta 1 – actividad 1

ESTUDIANTE	PREGUNTA	NIVEL DE ARGUMENTACIÓN ESPERADO	NIVEL EMPÍRICO	NIVEL ANALÍTICO	NIVEL HERMENÉUTICO
E1	1	Empírico	1		
E2	1			1	
E3	1		1		
E4	1		1		
E5	1		1		
E6	1			1	
E7	1		1		
E8	1		1		
E9	1			1	
E10	1			1	
E11	1		1		
E12	1		1		
E13	1			1	
E14	1		1		
E15	1			1	
E16	1			1	
E17	1		1		
E18	1		1		
E19	1			1	
E20	1			1	

Es de anotar que como el propósito consistía en analizar estadísticamente, si existía alguna diferencia significativa entre los niveles de argumentación una vez finalizada la aplicación de las cinco actividades, se procedió a realizar una matriz que consolidara toda la información para las 5 actividades:

Tabla 20

Matriz resultados implementación

ACTIVIDAD	PREGUNTA	NIVEL ESPERADO	NIVEL EMPÍRICO	NIVEL ANALÍTICO	NIVEL HERMENÉUTICO
1	1	Empírico	11	9	0
	2	Analítico	10	8	2
	3		14	6	0
	4	Hermenéutico	4	8	8
2	1	Analítico	9	10	1
	2		9	8	3
	3	Hermenéutico	3	9	8
3	1	Analítico	5	12	3
	2	Hermenéutico	3	11	6
	3		2	12	6
4	1	Empírico	17	3	0
	2	Hermenéutico	4	12	4
	3		3	11	6
5	1	Hermenéutico	2	12	6
	2		3	9	8

Una vez obtenida la información, se puede ver en la tabla 20 el consolidado de los niveles de argumentación esperados y obtenidos por los estudiantes en las actividades desarrolladas. Para su posterior análisis estadístico, se utilizó el software estadístico R⁴, para realizar el respectivo análisis de datos cuantitativos de la investigación:

10.1. Pruebas estadísticas

Prueba Shapiro – Wilk: Con el fin de identificar cual estadístico se debía utilizar para el análisis de los datos obtenidos, fue necesario hacer inicialmente esta prueba y así determinar si se trataba de un conjunto de datos paramétricos o no paramétrica. A continuación, se relacionan las variables.

<i>Hipótesis Nula (H₀)</i>	Los datos siguen una distribución normal
<i>Hipótesis Alterna (H₁)</i>	los datos no siguen una distribución normal

⁴ El software estadístico R, es un lenguaje de programación y un entorno estadístico, que se utiliza para el análisis de los datos cuantitativos.

Para poder validar una hipótesis se debe obtener el valor de p mediante el programa RStudio. Si $p \geq 0.05$ se rechaza la hipótesis alterna. De esta manera, haciendo uso de la tabla 20, se corrió la prueba estadística para los niveles argumentativos, encontrándose lo siguiente:

Tabla 21.

Resultado prueba Shapiro-Wilk

Valor- $p = 0.2345$	Distribución normal.
---------------------	----------------------

A partir de los resultados de la Tabla 21 se observa, teniendo en cuenta el valor de p , que los datos presentan una distribución normal, por lo que se rechaza la hipótesis alterna y se concluye que los datos siguen una distribución normal. Teniendo en cuenta este resultado de Shapiro-Wilk, se entiende que los datos deben ser sometidos a una prueba paramétrica. Para tal fin, se realiza una prueba de análisis de varianza (ANOVA); esta prueba se aplica para analizar las varianzas de los niveles de argumentación, con el fin de determinar si hay diferencias significativas entre estos.

<i>Hipótesis Nula (H_0)</i>	No hay diferencia significativa entre los niveles de argumentación
<i>Hipótesis Alterna (H_1)</i>	Si hay diferencia significativa entre los niveles de argumentación

Para poder validar una hipótesis se debe obtener el valor de p mediante el programa RStudio. Si $p \geq 0.05$ se rechaza la hipótesis alterna. De esta manera, haciendo uso de la tabla 20 se corrió la prueba estadística para los niveles argumentativos, encontrándose lo siguiente:

Tabla 22.

Resultado prueba ANOVA

Valor-p = 0.00705	Distribución normal.
-------------------	----------------------

```
> aov_d = aov(NUMERO~NIVEL,datos)
> summary(aov_d)
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
NIVEL           2   162.8    81.41   5.704 0.00705 **
Residuals       36   513.8    14.27
---
Signif. codes:
0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

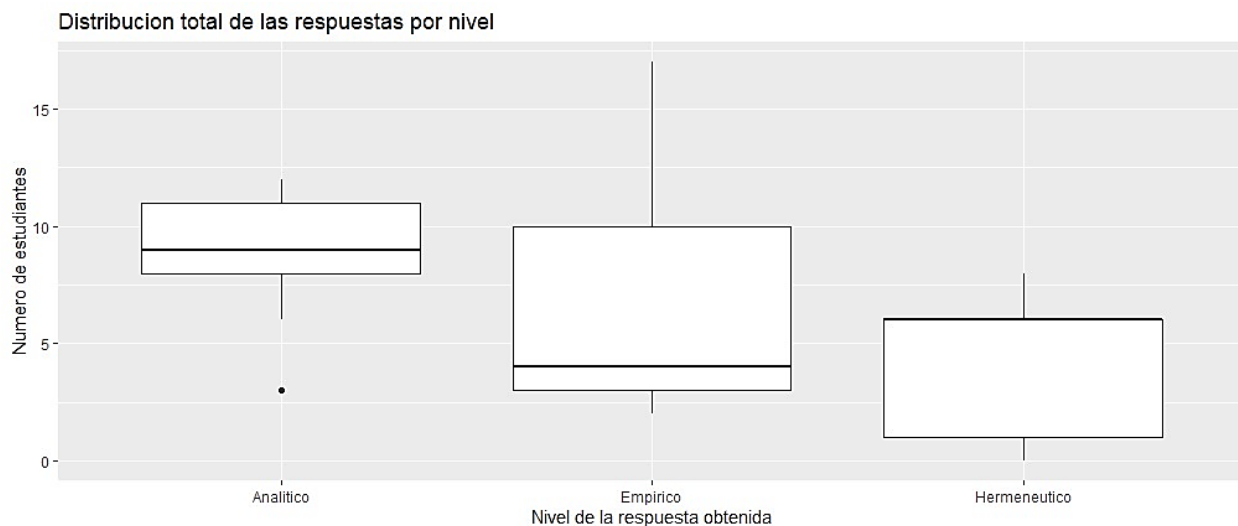
Dado que el valor de p es menor 0.05, se rechaza la hipótesis nula, concluyéndose que, si existe diferencia significativa, por lo menos en uno de los tres. En este punto es necesario aplicar la prueba estadística de Tukey, con el fin de identificar diferencias entre las medias individuales de los niveles de argumentación, proveniente del análisis de varianza. A continuación, se muestra el resultado obtenido:

```
> TukeyHSD(aov_d)
Tukey multiple comparisons of means
 95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = NUMERO ~ NIVEL, data = datos)

$NIVEL
              diff            lwr            upr
Empirico-Analitico -2.692308 -6.314426  0.9298105
Hermeneutico-Analitico -5.000000 -8.622118 -1.3778818
Hermeneutico-Empirico -2.307692 -5.929811  1.3144259
              p adj
Empirico-Analitico  0.1785208
Hermeneutico-Analitico 0.0049567
Hermeneutico-Empirico 0.2770235
```

De los resultados, se concluye que por lo menos hay una diferencia significativa entre los niveles de argumentación: empírico, analítico y hermenéutico. A continuación, la gráfica 1, muestra el grado de ordenamiento de los niveles de argumentación, obtenidos en las respuestas de los estudiantes.



Gráfica 1. Distribución total de las respuestas por nivel. Fuente. Elaboración propia en R

La gráfica 1, muestra que un número mayoritario de estudiantes que desarrollaron las actividades propuestas en la estrategia didáctica, desarrollaron un nivel de argumentación analítico, seguido por el nivel de argumentación empírico y finalmente, muy pocos estudiantes mostraron el desarrollo de un nivel hermenéutico.

En ese orden de ideas, resulta clave hablar de uno de los ejercicios que despertó el interés por esta investigación, el cual incluye las constantes reflexiones llevadas a cabo en las clases de química. Este ejercicio de introspección conllevó a múltiples momentos de cuestionamiento e indagación, sobre el proceso llevado a cabo en las aulas de clase.

Es interesante ver, dentro en las clases de ciencias en general y de química en particular, muchos de los estudiantes son temerosos de realizar ejercicios que requieran un pensamiento mucho más profundo, que el realizado en una actividad tradicional. En muchas de las clases, los estudiantes se sienten más tranquilos cuando se les pide resolver actividades que únicamente requieren la aplicación de un concepto determinado, que conlleve a un mero ejercicio memorístico repetitivo.

En una de las actividades enmarcadas en el contexto del buceo, se propusieron situaciones particularizadas en dos de las 7E planteadas por Eisenkraf. En primera instancia, *enganchar*, ya que se propuso como tema de estudio el fenómeno del buceo,

un tema que la investigadora considera puede ser de interés para los estudiantes, y *Elicitar*, ya que, el hecho de proponer un tema de interés genera motivación en los estudiantes, conllevando a procesos de cuestionamiento y reflexión profunda en torno al tema de estudio. Este tipo de ejercicios, son muy significativos dentro del trabajo en el aula, ya que conforman uno de los referentes actuales de gran importancia en la enseñanza de las ciencias.

Conocer previamente los objetivos de aprendizaje, facilita la planeación de las actividades en aras de alcanzar objetivos propuestos, y promover de esta manera el aprendizaje significativo en los estudiantes. Es así como en esta investigación, además de haber conocido con antelación a donde se quería llegar con los estudiantes, el uso del Thinking Classroom, fue un enfoque muy provechoso durante el desarrollo de las actividades.

Implementar elementos del Thinking Classroom, como el trabajo colaborativo en grupos visiblemente aleatorios, el trabajo en superficies verticales y el orientar las preguntas de los estudiantes con nuevos interrogantes que los guiaran, genero un buen inicio de la actividad, ya que les permitió a los estudiantes trabajar de manera cooperativa desde el inicio de clase, logrando plasmar su aportes e ideas en sus tableros verticales, y de esta manera, generando una construcción colectiva de los planteamientos en cada pregunta, permitió a los estudiantes compartir sus ideas, debatirlas y concluir la respuesta más apropiada, bajo sus concepciones.

La implementación de la estrategia del Thinking Classroom denominada **preguntas a más preguntas**, resultó interesante, en la medida en que la profesora garantizaba mediante el planteamiento de nuevos interrogantes, que los estudiantes comprendieran y analizar en detalle y profundidad, la situación que se planteaba. En un segundo momento, los estudiantes proyectan llegar a la elaboración de una **conclusión** a partir de dichos **datos**, integrándolo en la construcción de la explicación causal (perseguir la interpretación del fenómeno), mediante el uso de conceptos como la presión y la profundidad, entendidas como la relación directamente proporcional entre éstas.

Este ejercicio resulta interesante, porque se altera la dinámica del aula tradicional (teniendo claro el objetivo de aprendizaje), permitiendo el reconocimiento del trayecto

por el cual se quiere orientar el proceso de aprendizaje del estudiante. En otras palabras, conocer con antelación el horizonte investigativo, permitió a la docente diseñar estrategias, para poder orientar de mejor manera la sesión de clase. Algunas herramientas del Thinking Classroom como la fase **preguntas a más preguntas**, permitieron la construcción progresiva del argumento por parte de los estudiantes, enriqueciendo el ejercicio de los **grupos colaborativos**, ya que compartir las ideas, explicar puntos de vista, escribir sobre las **estructuras verticales** y debatir, conllevó a la construcción de argumentos un poco más estructurados.

A continuación, se presentan las gráficas obtenidas para cada nivel de argumentación:

Nivel de argumentación Empírico

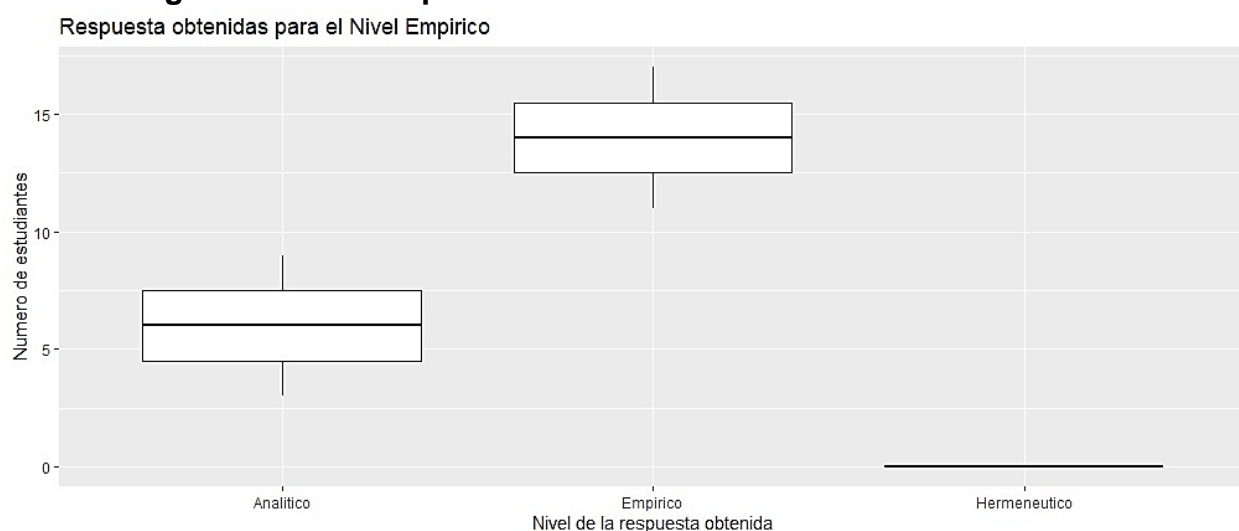


Gráfico 2. Resultados obtenidos para el nivel argumentativo empírico. Fuente. Elaboración propia en R.

En la gráfica 2, se evidencia como aun cuando el interés de las preguntas planteadas bajo este enfoque, era llevar a los estudiantes a hacer uso de datos, que le permitieran construir explicaciones causales en torno a los problemas planteados del tema “gas”, un porcentaje de estudiantes, lograron llegar más lejos y construyeron explicaciones de un **nivel argumentativo analítico**. Este es el caso, por ejemplo, de la respuesta del estudiante E10 para la pregunta 1, de la actividad 1:

E10 Como el agua tiene **mayor densidad que** el aire, esto representa que a **medida que te sumerges** el agua te **ejercerá mayor presión**, además de tener toneladas de agua encima.

Nivel de argumentación analítico

En este nivel de argumentación, se esperaba que los estudiantes desarrollaran un pensamiento crítico y profundo, en el cual la construcción de una relación interdisciplinar favoreciera su proceso de aprendizaje. Sin embargo, al hablar de argumentación, implica que el estudiante tenga la habilidad de identificar las pruebas que sustentan una explicación, y es justamente en ese proceso cognitivo donde se lleva al estudiante a un nivel de progreso avanzado. La gráfica 3, muestra cómo las preguntas que estaban construidas bajo el objetivo de aprendizaje de este nivel de argumentación alcanzaron el propósito, y esto se evidencia en el diagrama de caja y bigotes “analítico”. Sin embargo, varios estudiantes resolvieron las preguntas desde un nivel netamente empírico, este es el caso del estudiante E3:

E3: La implosión no está relacionada con las fluctuaciones térmicas del agua durante la inmersión ya que tanto el titanio como la fibra de carbono contienen propiedades de resistencia a cambios o fluctuaciones de temperatura.

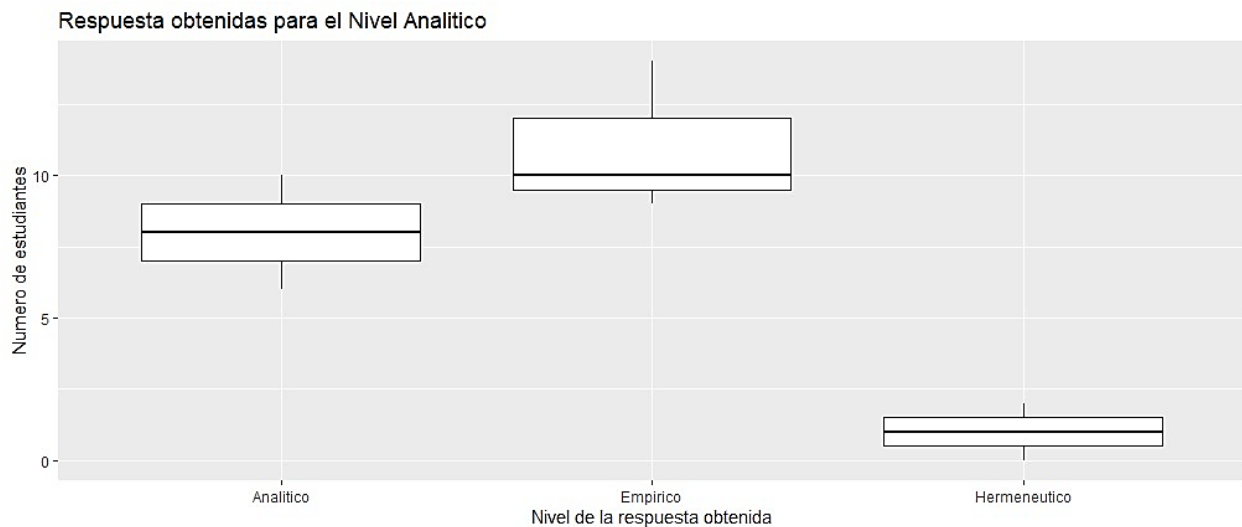


Gráfico 3. Resultados obtenidos para nivel argumentativo analítico. Fuente. Elaboración propia en R

Por otra parte, es interesante ver cómo algunos estudiantes, lograron llegar a un nivel de argumentación hermenéutico, realizando análisis profundos e interdisciplinarios entre las variables de estudio. Esto se evidencia por ejemplo en la respuesta del estudiante E1:

E1 Para poder explicar lo que se ve en la gráfica, se puede partir del ejemplo de un neumático de un carro. Si el carro se encuentra por ejemplo en Girardot, donde probablemente está siendo un día muy caluroso, la temperatura del aire en el interior del neumático, aumentara. Teniendo en cuenta el planteamiento de la ley de Gay Lussac, la presión del aire en el neumático también aumentara directamente proporcional al aumento de la temperatura, lo que estaría representado en un aumento de la presión interna del neumático. En ese sentido, es importante mencionar que si se excede la presión aumenta, el neumático estallara, concluyendo que, a volumen constante, la presión del neumático es directamente proporcional a la temperatura.

Nivel de argumentación Hermenéutico

Finalmente, este nivel de argumentación fue uno de los más trabajados en las actividades de la estrategia didáctica, ya que como se menciona en su descripción, se pretendía llevarlos a un nivel de análisis e introspección profunda, que motiva a pensar constantemente, y a construir argumentos que contemplen los seis elementos propuestos por Jiménez et al. (2013). Como se evidencia en la gráfica 3, aunque el objetivo de aprendizaje estaba orientado en fortalecer el nivel de argumentación hermenéutico en los estudiantes, se observa un alto porcentaje de estudiantes que se ubica en el desarrollo del nivel analítico, mientras existe un bajo porcentaje en el nivel empírico y otro porcentaje en el nivel hermenéutico.

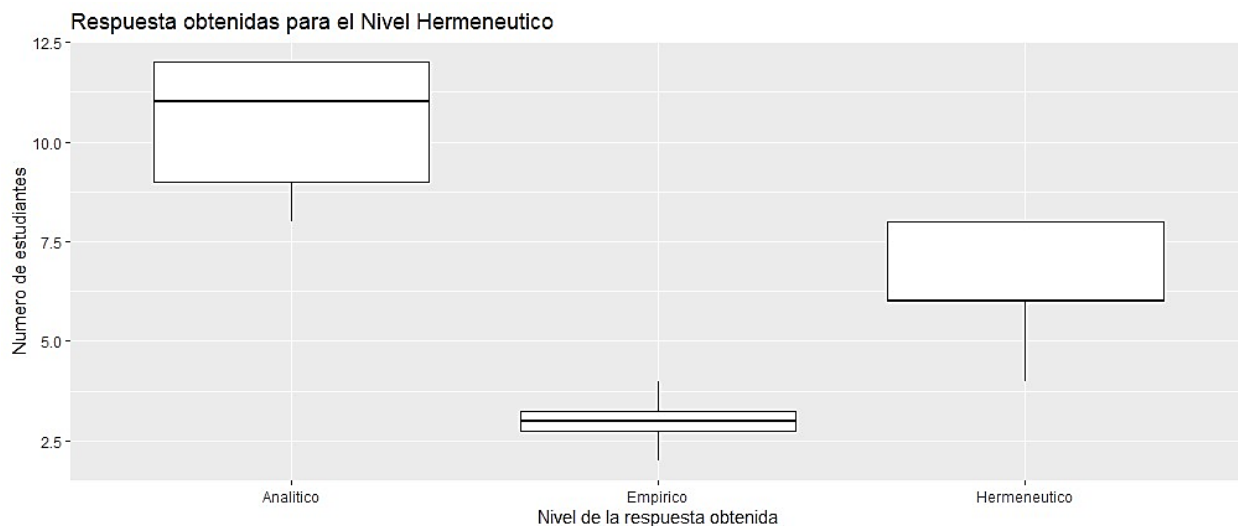


Gráfico 4. Resultados obtenidos para el nivel argumentativo empírico. Fuente. Elaboración propia en R.

Un ejemplo de lo anterior se puede ver en la respuesta del estudiante e7:

E7 *Es probable que la columna de agua del titan haya generado una presión hidrostática muy alta, superando por mucho la presión dentro de la nave lo que pudo provocar la implosión. Adicionalmente, a partir de la Ley de Boyle es posible afirmar que al ir bajando la presión externa aumenta y proporcionalmente, busca disminuir el volumen de la nave, y debido a que la fibra de carbono no es tan densa, llega un punto en el que el material no resiste y se genera la implosión.*

Resulta importante resaltar el aporte que tuvo la implementación de las 7E durante el diseño de las actividades, particularmente al generar actividades contextualizadas y de interés para los estudiantes. Finalmente, la gráfica 4 muestra una síntesis de las cinco actividades implementadas. Cada diagrama de cajas y bigotes muestra la relación entre lo que se esperaba obtener con la implementación de las actividades y lo que se obtuvo.

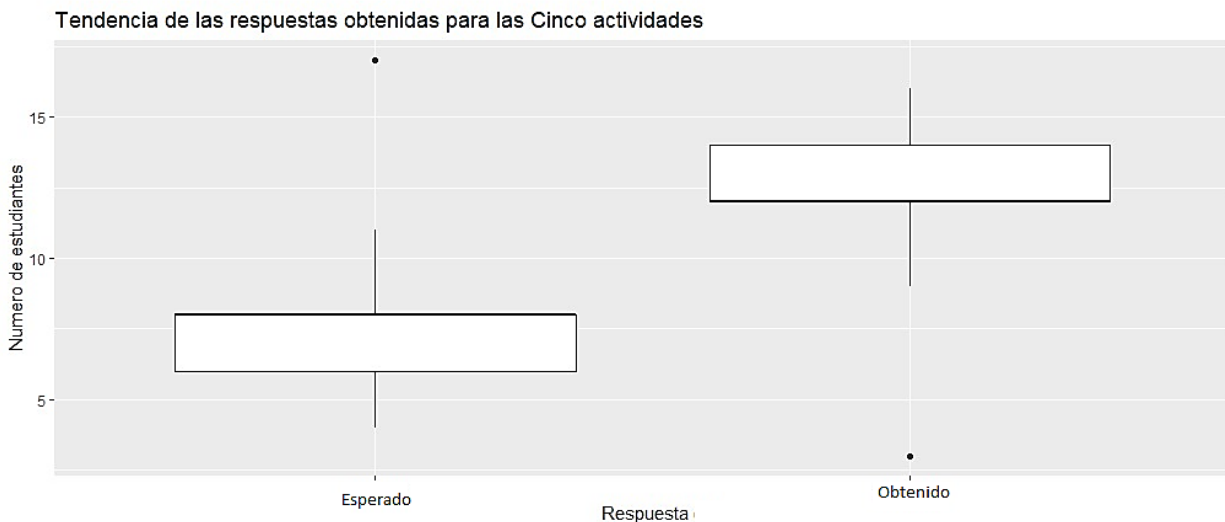


Gráfico 5. Resultados obtenidos para nivel argumentativo empírico. Fuente. Elaboración propia en R

A partir de esto se concluye que, aunque se esperaba desarrollar en gran medida el nivel de argumentación hermenéutico, se alcanzó el nivel analítico, siendo este un punto positivo para el avance progresivo en la construcción de argumentos de nivel hermenéuticos.

Capítulo V: Consideraciones finales

12. CONCLUSIONES

El hilo conductor de esta investigación, se fundamentó en la pregunta de investigación *¿Qué niveles de argumentación se fortalecen en estudiantes de grado undécimo del Gimnasio Vermont, al implementar el modelo integrado del Thinking Classroom y las 7E en la enseñanza del concepto gas?*. Para lo cual resulta importante mencionar que, al observar los resultados obtenidos, se concluye que el fomento de la habilidad argumentativa en estudiantes de grado undécimo se vio favorecido mediante la implementación de las actividades propuestas en la estrategia didáctica “es cuestión del gas”. Ya que, al diseñar las actividades acordes a unos objetivos de aprendizaje claros,

en términos del nivel de argumentación que se quería fortalecer, favoreció la orientación, aplicación y análisis de los resultados obtenidos.

Durante el diseño de la estrategia didáctica, se tuvieron en cuenta los objetivos de aprendizaje relacionados con los niveles de argumentación que se querían promover en los estudiantes, como se evidenció durante el análisis, estos objetivos fueron claros durante el desarrollo de las actividades: interpretar datos para construir explicaciones causales y predicciones, relacionar la modelización con la argumentación, a partir de la construcción de modelos que explicaran el comportamiento de los gases, identificar pruebas que apoyan un enunciado y elegir explicaciones causales con base en las pruebas, evaluar un enunciado a la luz de las pruebas, desarrollando el pensamiento crítico y predecir resultados en contextos nuevos. Se concluye que al tener claridad sobre los objetivos de aprendizaje que se quieren alcanzar con los estudiantes, se logró promover un avance en la construcción de argumentos de tipo hermenéutico.

Por otra parte, el desarrollar actividades enmarcadas en el ciclo de las 7E, usando como herramienta las cuestiones contextualizadas del buceo, la modelización del comportamiento de los gases, la supervivencia de astronautas en la EEI, el proceso de la mezcla de gases en anestesiología y la implosión del TITAN, promovió en los estudiantes, una actitud positiva y curiosa hacia el aprendizaje del concepto gas. Esto se afirma, dado el proceso de aprendizaje que se llevó a cabo en el aula de clase, observar en los estudiantes una actitud de cuestionamiento constante, les permitió ahondar un poco más detalle los planteamientos de cada actividad.

En ese mismo sentido, hacer uso del enfoque del Thinking Classroom en las clases de química, se consideró un aporte significativo a la enseñanza de esta ciencia, en términos de que, tanto para el profesor, como para el estudiante, se fomentó el desarrollo del trabajo cooperativo, analítico, y consciente del proceso de aprendizaje de la química. Implementar como docente, nuevas herramientas en el aula, como el *trabajo en superficies verticales*, *preguntas a más preguntas*, *consolidación de una lección*, *trabajo en grupos visiblemente aleatorios*, entre otras, favorecieron paulatinamente el desarrollo de procesos cognitivos asociados al pensamiento crítico, en particular la habilidad de argumentación. Además, es importante mencionar que para la actividad de *grupos*

visiblemente aleatorios se modificó la propuesta del autor Liljedahl, (2021), diseñándose tres actividades de juegos de cartas para fortalecer el uso de nomenclatura inorgánica, tema de dificultad para los estudiantes; aunque este tema es diferente al tema de investigación, se decidió trabajar, dadas las dificultades previamente halladas por la docente. Al finalizar, resultó un ejercicio motivador para los estudiantes, ya que practicaban constantemente la formación de compuestos o la nomenclatura, trabajaban cada clase con compañeros distintos, lo que promovió el compromiso y la cooperación entre ellos y favoreció las dinámicas de clase, al encontrar en éstas diferentes oportunidades y caminos de aprendizaje.

En esta estrategia, también fue interesante observar los resultados obtenidos en el trabajo realizado en las *superficies verticales*, aunque al inicio de las actividades, fue un reto para los estudiantes, dialogar entre ellos y discutir las posibles causas de los fenómenos planteados, con el paso de las clases, fue significativo ver el progreso en términos de comunicación, debate, cuestionamientos constantes y construcción colectiva o reconstrucción de las preguntas que debían responder. Es así como se concluye acorde a los planteamiento de Liljedahl, (2021), que este tipo de estrategias, si hace de los estudiantes aprendices hablantes de la ciencias, curiosos y críticos, quienes encuentran en muchos fenómenos de la naturales, la explicación y los contenidos que ven en el aula de clase.

Como se mencionó en el segundo objetivo específico de esta investigación, el diseño de la estrategia didáctica, fundamentada en la estrategia del Thinking Classroom y el modelo de las 7E, tenía como objetivo claro, promover la habilidad argumentativa en los estudiantes. Partiendo de las conjeturas planteadas anteriormente, y teniendo en cuenta el análisis de contenido realizado en IRAMUTEQ, se concluye que se logró analizar de manera descriptiva, el progreso de los niveles de argumentación: *empírico, analítico y hermenéutico*. Al contar previamente con una descripción detallada para cada nivel, y teniendo en cuenta los conceptos disciplinares que se esperaban en las respuestas, fue posible identificar en las clases arrojadas en los dendogramas y en las frecuencias dadas por el análisis AFC, las palabras claves que utilizaban los estudiantes para ubicarse en uno u otro nivel de argumentación, teniendo como criterio de análisis los elementos

propuestos por Jiménez *et. al.*, (2010): conclusiones, datos, referente teórico, justificaciones, calificadores modales y refutaciones.

Por último, y no por ser menos importante, se quería complementar el análisis del progreso del uso del Thinking Classroom y las 7E en el desarrollo de la habilidad argumentativa. Para esto, se realizó un análisis inferencial estadístico, que permitió ampliar el análisis de contenido, en términos de analizar el progreso de la habilidad argumentativa. A partir de este análisis, se concluye que el 65% de los estudiantes se ubicaron en un nivel de argumentación analítico, el 20% en un nivel empírico y el 15% restante en un nivel hermenéutico. Esto se considera un amplio espectro de posibilidades para continuar trabajando el progreso paulatino de esta habilidad, que, en la actualidad, se considera tan importante en la enseñanza de las ciencias en general y de la química en particular

13. BIBLIOGRAFÍA

Caamaño, A. (2004). La enseñanza de la química: conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares. *Alambique 41 Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 68-81.

Camargo, B., & Justo, A. (2013). Iramuteq: um software gratuito para análise de dados textuais. *Temas en Psicología*, 21(2), 513-518. Obtenido de <https://doi.org/10.9788/tp2013.2-16>.

Liljedahl, P. (2021). Building thinking classrooms in mathematics. 14 teaching practices for enhancing learning. Corwin mathematics

Revel, A; Diaz, C & Adúriz, A; 2021. Argumentación científica escolar y su contribución al aprendizaje del tema de “salud y enfermedad”. DOI https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3101

CAZDEN, C. (1991). El discurso en el aula. El lenguaje de la enseñanza y el aprendizaje. Barcelona: Paidós-MEC.

KELLY, G.J. y CRAWFORD, T. (1997). An ethnographic investigation of the discourse processes of school science. *Science Education*, 81, pp. 533-559.

BROWN, A.L. (1992). Design Experiments: theoretical and Methodological Challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the learning Sciences*, 2, pp. 141-178.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P., BUGALLO RODRÍGUEZ, A. y DUSCHL, R.A. (2000). «Doing the lesson» or «Doing Science»: Argument in High School Genetics. *Science Education*, 84, pp. 757-792.

SARDÁ JORGE, A. y SANMARTÍ PUIG, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), pp. 405-422.

DRIVER, R., NEWTON, P. y OSBORNE, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*. 84, pp. 287-312

OGBORN, J., KRESS, G., MARTINS, I. y MCGILLICUDDY, K. (1998). Formas de explicar. La enseñanza de las ciencias en secundaria. Madrid: Santillana. Trad. de *Explaining science in the classroom* (1996).

TOULMIN, S. (1958). *The uses of argument*. Nueva York: Cambridge University Press.

Cardona y Pinto, (s.f). *Argumentación, pensamiento crítico y la comunidad de indagación como escenario para su desarrollo*.

Adúriz-Bravo A. (2012). Competencias metacientíficas escolares dentro de la formación del profesorado de ciencias., pp. 43-67. En: E. Badillo, L. García, A. Marbá, M. Briceño, *El desarrollo de competencias en la clase de ciencias y matemáticas* Mérida: Universidad de Los Andes.

Adúriz-Bravo A. (2012). Competencias metacientíficas escolares dentro de la formación del profesorado de ciencias., pp. 43-67. En: E. Badillo, L. García, A. Marbá, M. Briceño, *El desarrollo de competencias en la clase de ciencias y matemáticas* Mérida: Universidad de Los Andes.

Porras, Y., Tuay, N. y Ladino, Y. (2020). Desarrollo de la habilidad argumentativa en estudiantes de educación media desde el enfoque de la naturaleza de Ciencia y Tecnología. *Tecné, Episteme y Didaxis*.

Ruiz, O., F, Tamayo., A y Márquez., C. (2013). La enseñanza de la argumentación en ciencias: un proceso que requiere cambios en las concepciones epistemológicas, conceptuales, didácticas y en la estructura argumentativa de los docentes. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. Vol. 9. pp.29-52

Morales, R., Manrique, F., y Sanabria, Q. (2010). Solubilidad de gases en líquidos: una estrategia didáctica abordada a partir de fenómenos químicos cotidianos. Quintanilla, M. *Unidades didácticas en química*. (pág. 111 – pág. 138). Editorial GRECIA.

Jiménez., M. (2010). 10 competencias en argumentación y uso de pruebas. Editorial GRAÓ. Barcelona. *[España]*

Montaño., H y Padilla., K (2020). Implementación y evaluación de la habilidad de argumentación en las clases de química del bachillerato. Educación Química. Vol 31(2), 51-68 [México]

Revel Chion A. Diaz Guevara C.A., Adúriz Bravo A. (2021). Argumentación científica escolar y su contribución al aprendizaje del tema <salud y enfermedad>. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias [Argentina]

Montaño., H y Padilla., K (2020). Implementación y evaluación de la habilidad de argumentación en las clases de química del bachillerato. Educación Química. Vol 31(2), 51-68 [México]

Revel Chion A. Diaz Guevara C.A., Adúriz Bravo A. (2021). Argumentación científica escolar y su contribución al aprendizaje del tema <salud y enfermedad>. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias [Argentina]

JUSTI, R. (2011a): «Las concepciones de “modelo” de los alumnos, la construcción de modelos y el aprendizaje de las ciencias. Una relación compleja y central en la enseñanza de las ciencias», en CAAMAÑO, A. (coord.): Didáctica de la física y química. Barcelona. Graó.

Es cuestión del gas

Esta estrategia didáctica fue diseñada con el objetivo de desarrollar en estudiantes de educación media, la habilidad de pensamiento crítico “argumentación”. El contexto que se utilizará para el planteamiento de las actividades es el concepto de gas, ya que la enseñanza de dicho tema permite a los estudiantes la comprensión de la manera en la cual los gases se comportan en diferentes situaciones de su contexto. Durante la ejecución de las diferentes actividades se pretende dar cuenta de la manera como los estudiantes aprenden a analizar datos, observar patrones de comportamiento, plantear hipótesis y por ende adquirir habilidades que les permitan construir argumentos. La propuesta se construye tomando como referencia las claves propuestas por Jiménez Aleixandre (2012), las cuales resaltan que para que un estudiante aprenda a construir un argumento debe: usar pruebas, extraer conclusiones a partir de datos, relacionar modelización y argumentación, elegir explicaciones basándose en pruebas, evaluar enunciados a la luz de las pruebas, predecir resultados en un contexto nuevo, entre otras.

La estrategia didáctica consta de seis actividades, las cuales se desarrollarán con estudiantes de grado undécimo del Gimnasio Vermont (15 – 17 años). En la **tabla 1** se describen las actividades a realizar en relación con las claves propuestas por la autora, esto con el objetivo de construir en el aula una hilada que conlleve a los estudiantes a aprender a construir y plantear argumentos en ciencias.

Tabla 1. Resumen de actividades estrategia didáctica

Sesión	Actividad	Uso de pruebas: prácticas del alumnado	Conceptos de gases
1 y 2	¿Qué tan profundo se puede llegar en el buceo?	Interpretar datos; construir explicaciones causales a partir de datos; elaborar predicciones	Teoría cinético molecular de los gases
3 y 4	¿Cómo se comportan los gases?	Relacionar modelización y argumentación; realizar una modelización	Leyes de los gases
5 y 6	Permanencia de los astronautas de la Crew-4, en la Estación Espacial Internacional (EEI)	Identificar pruebas que apoyan uno u otro enunciado; elegir explicaciones causales en base a las pruebas	Gases ideales y ecuación de estado

7 y 8	Anestesiología, una combinación química perfecta	Evaluar un enunciado a la luz de las pruebas, desarrollar el pensamiento crítico	Mezcla de gases
9 y 10	El Titán no soporto tanta presión	Predecir resultados en un nuevo contexto; relacionar causas y efectos	Estequiometría de gases <i>Ley de Avogadro, volumen molar y cálculos de estequiometria de gases</i>

Tomada y adaptada de Puig., B, Bravo., B y Jiménez M. (2012). Argumentación en el aula: dos unidades didácticas.

Dentro de la propuesta, se propone la implementación del Thinking Classroom como un enfoque educativo que se centra en fortalecer la participación de los estudiantes, el pensamiento crítico, el trabajo cooperativo, entre otros. Esta metodología busca favorecer los procesos de enseñanza – aprendizaje, mediante la implementación de estrategias en el aula, que hacen de los estudiantes sujetos autocríticos de su proceso de aprendizaje.

De acuerdo con Lilidjedal (2021), se establecen 14 prácticas que pueden generar ambientes de aprendizaje acorde a las necesidades del siglo XXI, en términos de la importancia de las habilidades transferibles, mediante procesos de metacognición, en los cuales los estudiantes reflexionan en torno a su propio proceso de pensamiento y aprendizaje. Si bien, el enfoque mencionado presenta múltiples herramientas y estrategias que, al ser implementadas en el aula de clase, se pueden favorecer habilidades de pensamiento crítico, es importante mencionar que están relacionadas con la manera en la que se dispone el aula de clase y la forma en la cual el profesor dirige la clase, motiva la participación de los estudiantes, promueve el trabajo colaborativo entre otros.

Por ende, y teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, es importante mencionar que también se eligió un enfoque que promueva las anteriores habilidades y que permita dar cuenta de éstas en el desarrollo de las actividades; de modo que, las actividades se enmarcan en el enfoque educativo de las 7E, ya que se considera que la combinación de estos en el planteamiento de las actividades de esta estrategia didáctica, ofrecen una sinergia que puede promover el aprendizaje significativo de los estudiantes, en la medida en la que se fomenta en los estudiantes el pensamiento crítico, la indagación y la participación cooperativa. En la **tabla 2** se relacionan las practicas del Thinking Classroom a implementar con sus respectivas evidencias y las E seleccionadas para el desarrollo de cada actividad.

Tabla 2. Practicas del Thinking Classroom a implementar

Práctica del Thinking Classroom	Evidencia	Modelo 7E	Evidencia
<i>Trabajo colaborativo visiblemente aleatorio</i>	Durante las actividades se emplearán estrategias que permitan consolidar grupos visiblemente aleatorios. Ejemplos: colores o formas, palos al azar o asociación de imágenes.	<i>Enganchar</i>	Hace referencia a generar interés y curiosidad en los estudiantes, por ende, las actividades propuestas parten de un tema actual de interés científico.
<i>Trabajo en espacios 360°</i>	Se dispondrá de superficies verticales permanentes en 360° del salón, con el objetivo de que se trabaje la mayor parte de la clase en grupo y de manera participativa. (todos rayan, todos aportan)	<i>Elicitar</i>	Mediante las situaciones de estudio, se tiene como objetivo lograr que los estudiantes permanezcan durante toda la clase en un diálogo interactivo con sus compañeros, favoreciendo de esa manera el pensamiento crítico y la construcción reflexiva y metacognitiva de sus propios argumentos.
<i>Asignación de tareas</i>	Las tareas o instrucciones dadas en clase se darán de manera verbal y los primeros cinco minutos de la sesión, esto mostró según el autor, mejorar la concentración y el pensamiento riguroso de los estudiantes.	<i>Explicar</i>	El profesor hace uso de conceptos técnicos para complementar las explicaciones y los argumentos contruidos por los estudiantes.
<i>Preguntas a más preguntas</i>	Se enseña a los estudiantes a plantear preguntas para seguir pensando, reflexionando y cuestionando el fenómeno estudiado.	<i>Extender</i>	Una vez los estudiantes tienen claridad de los conceptos disciplinares, se plantean situaciones que le permiten poner el contexto lo aprendido, aplicarlo y

			reconstruir la concepción inicial.
<i>Sugerencias y extensiones en el salón de aula pensante</i>	Durante el desarrollo de las clases, el docente da sugerencias y extensiones a las reflexiones iniciales que hacen los estudiantes al fenómeno de estudio, de tal manera que se movilice el pensamiento y se construyan y reconstruyan los argumentos.	<i>Elaborar</i>	A partir del planteamiento de nuevas actividades y de nuevas preguntas, se motiva al estudiante a emplear dicho aprendizaje en otras actividades.
<i>Uso de la evaluación formativa</i>	Acá el profesor le ayuda al estudiante a comprender donde están (lo que saben) y hacia donde van (lo que aún les queda por aprender), esto se hace con el objetivo de volverlos más activos en su aprender a pensar, de manera que avance en su proceso educativo.	<i>Evaluar</i>	Aplicación de actividades formativas, que permitan contribuir a la construcción de los conceptos aprendidos.
<i>Consolidación de la lección</i>	Durante el desarrollo de las clases, se realizarán preguntas de verificación de comprensión, ya que de esa manera se pretende ver estos espacios como una oportunidad de mejorar niveles de análisis e interpretación y no como un requisito de aprendizaje. La consolidación de la lección es uno de los	<i>Explorar</i>	A partir del planteamiento de preguntas de mayor nivel de análisis, se pretende que los estudiantes profundicen en el tema de estudio, con el objetivo de que amplíen la comprensión y posterior argumentación del concepto.

	<p>apartados más importantes, de tal modo, diez minutos al finalizar la sesión se realizará la consolidación de la actividad propuesta con la construcción colectiva del fenómeno de estudio.</p>		
--	---	--	--

Teniendo en cuenta lo anterior, se considera que la implementación articulada de este enfoque holístico fortalecerá en los estudiantes las habilidades de pensamiento crítico necesarias para lograr una construcción adecuada de un argumento, fortaleciendo así; la autonomía, la metacognición, la participación y la resolución de problemas, vistas como habilidades transferibles para la vida y necesarias para afrontar los desafíos del siglo XXI.

Una vez conocido el enfoque que se trabajará en la estrategia didáctica, resulta importante hablar de la argumentación, vista aquí como una excusa que permitió construir la serie de actividades. De acuerdo con Jiménez (2008), la argumentación debe de ser vista como la evaluación de los enunciados de conocimiento a la luz de las pruebas disponibles (p.p 10).

Hablar de argumentación en ciencias naturales, implica un reto grande para el profesor, ya que requiere el diseño de intervenciones de aula que promuevan la construcción del conocimiento científico, y es que se sabe que para aprender ciencias, se debe tener en cuenta un componente experimental, pero también resulta importante trabajar con los estudiantes sus ideas, las nuevas ideas, analizarlas, reflexionarlas, discutir las y evaluarlas con base en pruebas, y es aquí en donde se resalta el trabajo propuesto en esta estrategia didáctica, ya que está apostando a fortalecer altos niveles de comprensión, interpretación y metacognición, para mejorar procesos de análisis y así poder proponer conclusiones argumentadas y sustentadas en datos.

Cada sesión (1 y 2), se desarrollará en un tiempo de dos horas de clase (90 minutos), a continuación, la tabla 3 describe los componentes de cada actividad propuesta:

Tabla 3. Estructura de las actividades propuestas

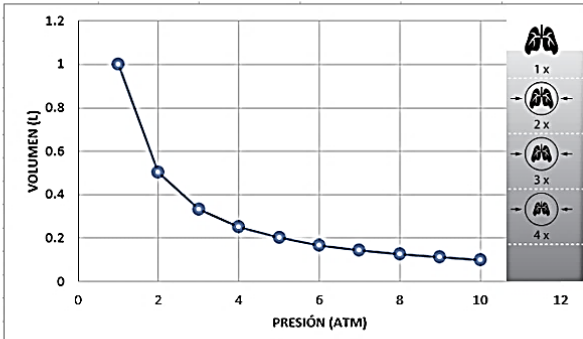
ACTIVIDAD 1

Se escribe el tipo de prueba que enmarca toda la actividad. (se relacionan en la tabla 1)	
Concepto de gas trabajado (se relaciona en la tabla 1)	
Objetivo de la actividad	Se hace énfasis en el objetivo que se quiere lograr al finalizar la actividad, en relación con el tipo de prueba que se está trabajando.
¿Qué elemento del argumento se trabajará?	Se especifica que elemento del argumento se trabajará
Actividad	Se muestra el detalle de la actividad propuesta.
Elementos 7E	Se detalla la E empleada.
Elementos Thinking Classroom	Las practicas del Thinking Classroom mencionadas en la tabla 2 se trabajan paralelamente en todas las actividades.
Al finalizar la actividad	Este espacio se diligenciará por la docente una vez finalice la implementación, ya que se considera como un punto de análisis reflexivo de la actividad aplicada.

A continuación, se relacionan las tablas 4, 5, 6, 7 y 8, en donde se detallan cada una de las actividades propuestas en la tabla 1:

Tabla 4. Detalle actividad 1

ACTIVIDAD 1 Interpretar datos; construir explicaciones causales a partir de datos; elaborar predicciones Teoría cinético molecular de los gases	
Objetivo de la actividad	<p>La ecuación de un gas ideal describe <i>cómo</i> se comportan los gases, pero no explica <i>por qué</i> se comportan como lo hacen. (Brown., T, LeMay., H & Bursten., J. 2004, p.p. 386). De modo que, resulta importante plantearse las siguientes preguntas: ¿Por qué se expande un gas cuando se calienta a presión constante?, o ¿Por qué aumenta su presión cuando el gas se comprime a temperatura constante?, es así como al comprender el modelo de la teoría cinético molecular, se logra visualizar lo que les sucede a las partículas de un gas cuando son sometidos a diferentes condiciones experimentales.</p> <p>Esta actividad está diseñada con el objetivo de iniciar con los estudiantes el tema de estudio; a partir del análisis del proceso de buceo en el mar. Aquí resulta fundamental, centrar la actividad en que el estudiante pueda derivar</p>

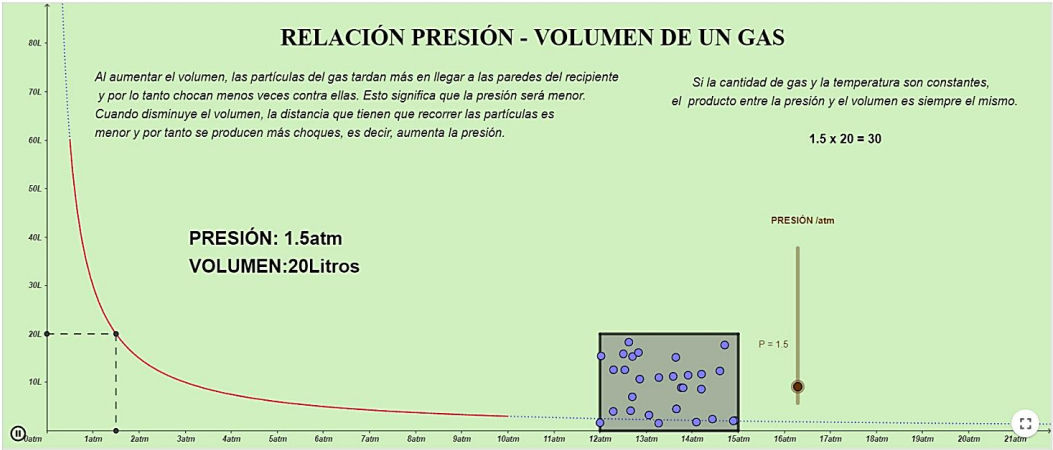
	explicaciones causales a partir de los datos suministrados de la relación de la presión y el volumen respecto a la profundidad a la que se sumerge un buzo. De ahí que, al finalizar esta actividad, los estudiantes comprenderán y argumentarán como a medida que el buzo desciende en el agua, la presión aumenta a causa de la columna de agua que hay sobre él.																																	
Elemento del argumento que se trabaja	Extraer conclusiones a partir de datos																																	
Actividad	<p style="text-align: center;">¿Qué tan profundo se puede llegar en el buceo?</p> <p>Imagina un buzo sumergido en el mar mediterráneo. El buzo lleva puesto un tanque de buceo que contiene una mezcla de gases comprimidos, que emulan el aire que respiramos normalmente. a medida que se desciende en el mar, entre más profundidad se alcance, mayor será la presión ejercida sobre el buzo. A continuación, se presenta una tabla de datos en donde se asume que la densidad de esta agua es 1 kg/L y la gravedad es 10 m/s².</p> <p>Tabla 1. Relación presión - profundidad</p> <table><tr><th>Profundidad en el agua (m)</th><th>Presión (atm)</th><th>Volumen (L)</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>10</td><td>2</td><td>0.5</td></tr><tr><td>20</td><td>3</td><td>0.33</td></tr><tr><td>30</td><td>4</td><td>0.25</td></tr><tr><td>40</td><td>5</td><td>0.20</td></tr><tr><td>50</td><td>6</td><td>0.17</td></tr><tr><td>60</td><td>7</td><td>0.14</td></tr><tr><td>70</td><td>8</td><td>0.12</td></tr><tr><td>80</td><td>9</td><td>0.11</td></tr><tr><td>90</td><td>10</td><td>0.10</td></tr></table> 	Profundidad en el agua (m)	Presión (atm)	Volumen (L)	0	1	1	10	2	0.5	20	3	0.33	30	4	0.25	40	5	0.20	50	6	0.17	60	7	0.14	70	8	0.12	80	9	0.11	90	10	0.10
Profundidad en el agua (m)	Presión (atm)	Volumen (L)																																
0	1	1																																
10	2	0.5																																
20	3	0.33																																
30	4	0.25																																
40	5	0.20																																
50	6	0.17																																
60	7	0.14																																
70	8	0.12																																
80	9	0.11																																
90	10	0.10																																

	<p>1. Explique detalladamente, por qué aumenta la presión sobre el buzo, a medida que se desciende y que pruebas proporcionarías a otra persona para convencerlo.</p> <div data-bbox="431 323 1445 569" style="border: 1px solid black; height: 117px; margin: 10px 0;"> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> </div> <p>2. Si la presión a 10 m de profundidad en el mar mediterráneo es de 2 atm, explique cómo variaría la presión a la misma profundidad, pero en el mar muerto.</p> <div data-bbox="431 785 1455 1031" style="border: 1px solid black; height: 117px; margin: 10px 0;"> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> </div> <p>3. Cuando el buzo asciende, sale de la profundidad del mar y se retira todo el equipo de buceo, retoma sus condiciones ambientales normales. Explique si en el aire que está respirando, hay mayores fuerzas de atracción o de repulsión.</p> <div data-bbox="443 1295 1464 1541" style="border: 1px solid black; height: 117px; margin: 10px 0;"> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> </div> <p>4. Si en lugar de sumergirte en el mar, asciendes a la cima del Monte Everest, explica que sucedería con la presión atmosférica.</p>
<p>Elementos 7E</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Enganchar: Se propone como fenómeno de estudio el tema de buceo, el cual se considera es un tema de alto interés para los estudiantes. • Elicitar: El hecho de proponer un tema de interés para los estudiantes, facilita la motivación por generar procesos de reflexión profundos, que los lleva a realizar constantes procesos de metacognición.

<p>Elementos Thinking Classroom</p>	<p>Durante el desarrollo de las actividades, se implementarán paralelamente las practicas del Thinking Classroom de la siguiente manera:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Trabajo colaborativo visiblemente aleatorio: Se utilizará la estrategia colores. En una tula se dispondrán de palos de colores. Para esta actividad se formarán grupos de 3 estudiantes, cada grupo conformado por los palos del mismo color. 2. Trabajo en espacio 360°: En el salón de clase, se dispondrá para cada grupo una superficie vertical, en la cual puedan hacer todas las anotaciones necesarias. 3. Asignación de tareas: Las instrucciones siempre se darán de manera verbal, al iniciar la sesión de clase. 4. Preguntas a más preguntas: Acá el rol del profesor será fundamental, dado que el objetivo es enseñar a los estudiantes a plantearse nuevas preguntas en el grupo de trabajo que les permitan ir hilando el análisis del fenómeno de estudio. 5. Sugerencias y extensiones en el salón de aula pensante: Durante el desarrollo de la clase, el docente estará constantemente rotando por los diferentes grupos de trabajo, con el fin de escucharlos y poder plantear interrogantes que orienten la actividad desarrollada. 6. Uso de la evaluación formativa: Durante todas las clases se generarán intervenciones en las cuales el profesor comunica a cada grupo que se ha logrado de la actividad y que se puede complementar. 7. Consolidación de la lección: Diez minutos antes de finalizar la sesión de clase, el docente realizará la consolidación de la actividad, teniendo en cuenta la participación de los grupos de trabajo, así como el trabajo cooperativo en la construcción más apropiada de las preguntas planteadas
<p>Al finalizar la actividad</p>	

Tabla 5. Detalle actividad 2

<p align="center">ACTIVIDAD 2 Relacionar modelización y argumentación; realizar una modelización Leyes de los gases</p>
--

Objetivo de la actividad	<p>Esta actividad tiene como objetivo modelizar la relación entre las variables volumen/temperatura, presión/volumen y temperatura presión, llevando a los estudiantes a la construcción de una modelización que les permita explicar los procesos termodinámicos llevados a cabo en la comprensión y argumentación de la ley de Boyle, Charles y Gay-Lussac.</p> <p>Si bien, las practicas científicas llevan consigo el uso de pruebas y modelización, de acuerdo con los planteamientos de Jiménez (2012), el hecho de que un estudiante tenga la capacidad de explicar los modelos justifica que ha usado algunas pruebas para tal fin.</p>
Elemento del argumento que se trabaja	<p>Relacionar la modelización con la argumentación</p>
Actividad	<p style="text-align: center;">¿Cómo se comportan los gases?</p> <p>A continuación, se suministra el enlace de acceso del simulador de GeoGebra https://www.geogebra.org/m/vVku72Sg, el cual muestra la relación matemática entre las variables: presión/volumen, temperatura/presión y temperatura/volumen.</p> <div style="text-align: center;">  <p>RELACIÓN PRESIÓN - VOLUMEN DE UN GAS</p> <p>Al aumentar el volumen, las partículas del gas tardan más en llegar a las paredes del recipiente y por lo tanto chocan menos veces contra ellas. Esto significa que la presión será menor. Cuando disminuye el volumen, la distancia que tienen que recorrer las partículas es menor y por tanto se producen más choques, es decir, aumenta la presión.</p> <p>Si la cantidad de gas y la temperatura son constantes, el producto entre la presión y el volumen es siempre el mismo.</p> <p>$1.5 \times 20 = 30$</p> <p>PRESIÓN: 1.5atm VOLUMEN: 20Litros</p> <p>PRESIÓN /atm</p> <p>$P = 1.5$</p> </div> <p>El presente recurso te mostrará la relación entre presión y volumen de un gas. Mueve el deslizador para observar el comportamiento de las partículas de un gas en los factores de presión y volumen.</p> <p style="text-align: center;">Figura 1. Ejemplo del simulador de GeoGebra</p> <p>A continuación, se realiza la asignación de cada grupo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grupo 1 y 4: relación presión/volumen de un gas • Grupo 2 y 5: relación temperatura/presión de un gas

- Grupo 3 y 6: relación temperatura/volumen

Teniendo en cuenta la relación termodinámica asignada, responda las siguientes cuestiones.

1. Explique detalladamente el comportamiento de una de las variables estudiadas y mencione el proceso termodinámico relacionado para la asignación de su grupo.

.....

.....

.....

.....

.....

Ahora, resulta importante tener presente, que gracias a todos los trabajos que se han realizado, se han podido estudiar las características de los gases. Para esto, has sido fundamental construir modelos de representación, pero ¿Qué es un modelo?

Un modelo puede definirse como una representación de un objetivo (el referente). Los referentes representados por los modelos pueden ser diversas entidades tales como objetos, fenómenos, procesos, ideas o sistemas. Un modelo científico también es un puente para conectar una teoría científica con un fenómeno, porque ayuda al desarrollo de la teoría desde los datos y la pone en relación con el mundo natural. (Acevedo, A., García, A., Aragón, M., & Olivia. J., 2017, p.p 2)

En ese orden de ideas, un modelo en ciencias consiste en una representación mental que se hace sobre un tema que no podemos observar ni estudiar por medio de nuestros sentidos (en este caso, la estructura de los gases). Aunque no se pueden observar sus características o sus propiedades, los modelos permiten explicar dichos comportamientos, al dilucidar el tema de estudio. Los modelos están formados principalmente por ideas, hipótesis que tienen fácil comprobación, o incluso hipótesis difíciles de comprobar; su validez se prueba una vez que el modelo tengo la capacidad de explicar las ideas de estudio.

A continuación, se desarrolla el ejemplo del modelo atómico de Thomson, también llamado, modelo del pudin de pasas, propuesto en 1904 por

Thomson. Este modelo fue propuesto mucho antes de que se descubriera la estructura interna del átomo.

Según lo propuesto por Thomson, el átomo se consideraba una esfera maciza, similar a un pudín de pasas, en el cual, las pasas representaban las partículas con carga negativa (electrones) y la masa total, las partículas con carga positiva. Sin embargo, la principal evidencia experimental que invalidó el modelo fue el planteamiento realizado por Ernest Rutherford, con su experimento de la lámina de oro, mediante el cual se logró demostrar que el modelo de Thomson no era correcto, el experimento demostró que los átomos contenían un núcleo pequeño y denso con carga positiva en su centro y los electrones orbitaban alrededor del núcleo. Razón por la cual, el modelo de Thomson fue remplazado por el modelo de Rutherford, y a medida que se han hecho más investigaciones, se ha pasado por el modelo de Bohr, y por último el modelo cuántico que describe de manera más completa la estructura de átomo.

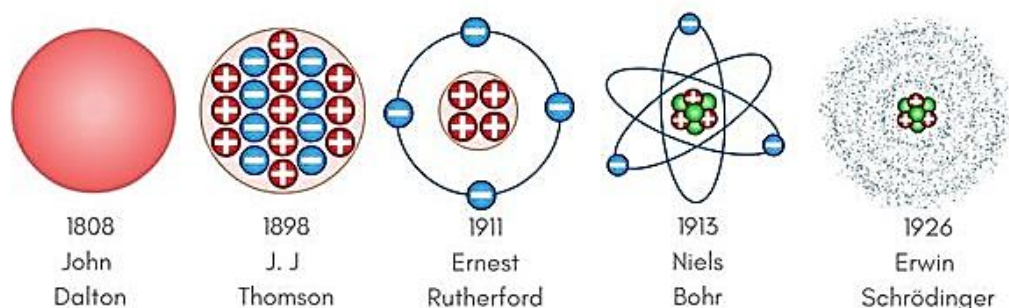


Figura 2. Modelos atómicos, desde Dalton hasta el actual; Erwin Schrodinger

A partir de la descripción de que se considera un modelo en ciencias naturales, realicen en los mismos grupos de trabajo, las siguientes actividades:

2. Cada grupo deberá diseñar un modelo (representación gráfica) que permita explicar el comportamiento general de los gases (características y propiedades), por ejemplo: se expanden, se comprimen, se difunden, etc.

	<div></div> <p>3. Una de las cuestiones más controversiales de los modelos, es lograr explicar en su totalidad el objetivo de estudio. ¿Cómo explicarías a partir del modelo planteado que los gases tienen la facilidad para comprimirse o para expandirse?</p> <div><p>.....</p><p>.....</p><p>.....</p><p>.....</p><p>.....</p></div> <p>4. A partir de los grupos definidos al inicio de la actividad, (ejm: Grupo 1 y 4: relación presión/volumen de un gas), se debe diseñar un modelo (representación gráfica) que dé cuenta de la relación de variables establecidas.</p> <div></div>
--	---

<p>Elementos 7E</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar: El profesor enfatiza en los conceptos requeridos para la comprensión de las leyes de los gases y los procesos termodinámicos asociados a estos. • Extender: La actividad que se propone para que los estudiantes diseñen su propio modelo, permite poner de manifiesto, uno la comprensión de las leyes de los gases y su relación con diferentes procesos de la vida cotidiana y dos el uso de conceptos químicos en situaciones de la vida cotidiana.
<p>Elementos Thinking Classroom</p>	<p>Durante el desarrollo de las actividades, se implementarán paralelamente las practicas del Thinking Classroom de la siguiente manera:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Trabajo colaborativo visiblemente aleatorio: Se utilizará la estrategia palos al azar. En una tula se dispondrán de palos con los nombres de los estudiantes. Para esta actividad se formarán 3 grupos de 3 estudiantes y dos grupos de 4 estudiantes. El profesor sacará al azar los palos con los nombres de los estudiantes y conformará los grupos de trabajo. 2. Trabajo en espacio 360°: En el salón de clase, se dispondrá para cada grupo una superficie vertical, en la cual puedan hacer todas las anotaciones necesarias. 3. Asignación de tareas: Las instrucciones siempre se darán de manera verbal, al iniciar la sesión de clase. 4. Preguntas a más preguntas: Acá el rol del profesor será fundamental, dado que el objetivo es enseñar a los estudiantes a plantearse nuevas preguntas en el grupo de trabajo que les permitan ir hilando el análisis del fenómeno de estudio. 5. Sugerencias y extensiones en el salón de aula pensante: Durante el desarrollo de la clase, el docente estará constantemente rotando por los diferentes grupos de trabajo, con el fin de escucharlos y poder plantear interrogantes que orienten la actividad desarrollada. 6. Uso de la evaluación formativa: Durante todas las clases se generarán intervenciones en las cuales el profesor comunica a cada grupo que se ha logrado de la actividad y que se puede complementar. Para esta actividad, una de las personas de cada grupo, se quedará en su lugar de trabajo, con el fin de socializar a los demás compañeros el modelo planteado para las variables de estudio; los demás compañeros rotaran, con el fin de poder tomar nota y concluir la actividad. 7. Consolidación de la lección: Diez minutos antes de finalizar la sesión de clase, el docente realizará la consolidación de la actividad, teniendo en cuenta la participación de los grupos de trabajo, así como el trabajo cooperativo en la construcción más apropiada de las preguntas planteadas. Se tendrán en cuenta las siguientes preguntas: ¿hay alguna

	diferencia entre los modelos planteados para la misma ley?, ¿cada modelo logra explicar en su totalidad la relación de variables?, ¿Le cambiaría o agregaría algo a algún modelo para hacerlo más completo?, ¿qué?
Al finalizar la actividad	

Tabla 6. Detalle actividad 3

ACTIVIDAD 3 Identificar pruebas que apoyan uno u otro enunciado; elegir explicaciones causales en base a las pruebas Gases ideales y ecuación de estado	
Objetivo de la actividad	<p>En esta actividad se plantea una situación en la cual los estudiantes requieren de la identificación de pruebas que apoyan el enunciado, para posteriormente elegir una explicación causal en relación con diferentes informaciones proporcionadas, que se integren en la justificación. El contexto utilizado es el análisis de las condiciones necesarias para la permanencia de los astronautas en la estación espacial internacional (EEI), en esta actividad se buscar analizar, como los estudiantes abordan e interpretan el fenómeno espacial mencionado con las pruebas suministradas para su comprensión.</p> <p>Esta actividad requiere de la articulación de las pruebas con el modelo de explicación de las condiciones espaciales necesarias para la permanencia en la EEI, lo que hace que esta actividad sea más compleja que las anteriores, ya que cada grupo de estudiantes están trabajando con complejos conjuntos de datos y de la correcta interpretación y comprensión, dependerá el nivel de logro de este objetivo.</p>
Elemento del argumento a trabajar	Elegir explicaciones basándose en pruebas
Actividad	PERMANENCIA DE LOS ASTRONAUTAS DE LA CREW-4, EN LA ESTACIÓN ESPACIAL INTERNACIONAL (EEI)

Los astronautas de la misión Crew-4 de la NASA y SpaceX ya están en órbita después de su lanzamiento a la Estación Espacial Internacional el miércoles 27 de abril de 2022 a las 7:30 GMT (2:30 AM - Colombia) desde el Complejo de Lanzamiento 39A en el Centro Espacial Kennedy de la NASA en Florida. La tripulación internacional de astronautas servirá como la cuarta misión de rotación de tripulación comercial a bordo de la Estación Espacial.



Un cohete Falcon 9 de SpaceX impulsó la nave espacial Dragón a la órbita con el comandante de la misión Kjell Lindgren, el piloto Bob Hines y la especialista de la misión Jessica Watkins, todos astronautas de la NASA, y la especialista de la misión Samantha Cristoforetti de la ESA (Agencia Espacial Europea). La tripulación realizará una expedición científica en microgravedad a bordo de la Estación Espacial. A bordo de la Estación, Kjell,

Bob, Jessica y Samantha llevarán a cabo investigaciones que ayudarán a la NASA a prepararse para estancias de mayor duración en la Luna y, finalmente, en Marte.

Los astronautas de la Crew-4 pasarán varios meses a bordo de la Estación Espacial realizando nuevas investigaciones científicas en áreas como la ciencia de los materiales, las tecnologías de la salud y la ciencia de las plantas para prepararse para la exploración humana más allá de la órbita terrestre baja y para beneficiar la vida en la Tierra. *Tomado y adaptado de la NASA <https://www.nasa.net/iss/los-astronautas-de-la-crew-4-despegan-rumbo-la-estacion-espacial-internacional>*

Antes de iniciar con la actividad, se observará una corta función en el planetario del colegio, que muestra la vida un astronauta en la estación espacial internacional. La clase se desarrollará en el observatorio.

¿Cómo explican las largas estadías de los astronautas en la EEI?

En la Estación Espacial Internacional se debe contar con un suministro de oxígeno especial, para que los astronautas puedan permanecer por un tiempo dado en la EEI. El oxígeno proviene de generadores que lo producen a partir de la descomposición del agua mediante electrolisis. Los astronautas a bordo de la nave espacial Dragón, permanecieron 6 meses en la EEI y se sabe que la cantidad diaria de oxígeno que es

requerido por cada astronauta fue de 2 kg. Se dan **distintas explicaciones** a estos logros:

- D. La EEI cuenta con un sistema que genera oxígeno a partir de la electrolisis del agua. El oxígeno que se obtiene se utiliza para mantener la atmosfera respirable.
- E. En la EEI cuenta con sistemas de filtración y purificación de aire, lo que permite el reciclaje del aire respirado por los astronautas. El proceso consiste en eliminar dióxido de carbono y vapor de agua del aire, y reintroducir oxígeno en la atmosfera.
- F. Es debido a una combinación de A y B

Que deben hacer:

- 1. De las informaciones proporcionadas, indique cuales apoyan a A, cuales a B y cuales a C.
- 2. Escoja la mejor explicación y justifique la elección con base a las distintas informaciones.
- 3. De los datos proporcionados, ¿Cuáles creen que son pruebas?, ¿Por qué?

Informaciones proporcionadas

(1) El oxígeno de los astronautas de la Estación Espacial, ¿de dónde proviene?

La solución está en un sistema diseñado por la NASA y que fue enviado en 2007. Este sistema recibe el nombre de **Oxygen Generation System** (OGS por sus siglas en inglés), que en español significa *Sistema Generador de Oxígeno* y consiste básicamente en una máquina que mediante procesos químicos **convierte agua que ya no es útil en la EEI en el tan preciado oxígeno**. Y con agua que ya no es útil nos referimos, por supuesto, a la orina, el agua de la vasija del baño y adicionalmente también de la condensación. Estas aguas (**aproximadamente de forma diaria se usan unos 23 litros**), por medio de la **electrólisis** (un proceso químico en el que se inyecta electricidad proveniente, en este caso, de las energías renovables de la estación; concretamente se inyectan 50 A), **se separan en Oxígeno (O₂) e Hidrógeno (H₂)**. Para que el proceso sea más efectivo, se usa Hidróxido de potasio en una proporción de 30%. Posteriormente **el oxígeno se libera a la atmósfera para que sea respirado por los astronautas y el hidrógeno** (que es nocivo para los humanos, además de altamente inflamable) no se libera al espacio, como mucha gente piensa, sino que, **mediante otra reacción química,**

la reacción de sabatier, y junto con CO₂, **se produce agua** (H₂O) y **metano** (CH₄). El agua entra de nuevo en el circuito de la OGS y el metano sí que se 'flota' al espacio.

(Tomado de

[https://www.lespanol.com/omicrono/tecnologia/20180224/oxigeno-astronautas-estacion-espacial-proviene/287472119_0.html#:~:text=Este%20sistema%20recibe%20el%20nombre,en%20el%20tan%20preciado%20ox%C3%ADgeno\)](https://www.lespanol.com/omicrono/tecnologia/20180224/oxigeno-astronautas-estacion-espacial-proviene/287472119_0.html#:~:text=Este%20sistema%20recibe%20el%20nombre,en%20el%20tan%20preciado%20ox%C3%ADgeno))

(2) Así reciclan los astronautas en el espacio

Cada astronauta consume unos 3,5 litros de agua al día. Para abastecer una tripulación de cuatro miembros hay que subir 18 toneladas de agua al año. Esto supone demasiado espacio en la nave, combustible y se corre el riesgo de quedar desabastecido si surge algún imprevisto. Recuperar y purificar el agua ya utilizada es la mejor opción.

La NASA implantó en 2010 un sistema de depuración que recicla el 93% del agua consumida. Utiliza las aguas residuales procedentes del lavado de dientes, las manos, el agua que los astronautas pierden al exhalar, sudar y orinar. Con este sistema reciclan unas 6 toneladas de agua al año. Para diseñar el sistema de recuperación de aguas los científicos se inspiraron en el mecanismo inventado por el premio Nobel de Química francés Paul Sabatier a principios del siglo XX. El sistema produce agua y metano a partir de dióxido de carbono (procedente de la respiración) y el hidrógeno (obtenido a partir del sistema de generación de oxígeno). Parte de esta agua se destina al consumo de la tripulación y el resto pasa al sistema de producción de oxígeno.

En la EEI también hay un sistema que limpia y restaura el aire para respirar. En un primer paso el aire de las estancias se limpia de CO₂, amoníaco, acetona, metano y demás gases que el cuerpo humano emite como parte natural de su metabolismo. Luego se restaura el oxígeno a partir de la electrólisis del agua no potable procedente de la quema de combustible. El hidrógeno se usa para crear agua y el exceso se lanza al espacio; es el principal componente de las estrellas.

Los residuos sólidos se eliminan por 'incineración cósmica'. Los recipientes de comida usados se trituran y se guardan en el carguero vacío que en su momento atracó lleno de provisiones. Esos cargueros se lanzan llenos de basura de regreso hacia la Tierra y se desintegran por el rozamiento con la atmósfera. (Tomado de <https://hablandoenvidrio.com/reciclar-agua-astronautas-espacio/>)

(3) Aire fresco para los astronautas

Los científicos están trabajando en un experimento cuyo objetivo es producir oxígeno en la Estación Espacial Internacional. Para ello, han

enviado al laboratorio europeo Columbus de la estación espacial un tipo especial de bacteria llamada *Arthrospira*, que realiza la fotosíntesis igual que una planta. Una vez allí, la han introducido en un dispositivo llamado fotobiorreactor, que es un cilindro con montones de luz. La *Arthrospira* absorbe el dióxido de carbono que exhalan los astronautas y lo transforma en oxígeno. Como ventaja añadida, esta bacteria puede convertirse fácilmente en algo llamado espirulina, que es muy nutritiva ¡y puede servir de alimento a los astronautas! (Tomado de: [https://www.esa.int/kids/es/Aprende/Vida en el Espacio/Vivir en el espacio/Aire fresco para los astronautas](https://www.esa.int/kids/es/Aprende/Vida%20en%20el%20Espacio/Vivir%20en%20el%20espacio/Aire%20fresco%20para%20los%20astronautas))

(4) Como es la vida en la estación espacial internacional

La Estación Espacial Internacional órbita alrededor de la Tierra a **400 kilómetros** sobre la atmósfera, a una velocidad media de **27.700 km/h** y, con capacidad para siete tripulantes. Está considerada como uno de los logros más importantes de la ingeniería, y es el objeto más grande enviado nunca al espacio. Los astronautas llegan a experimentar hasta 16 amaneceres a lo largo de su día, lo que les dificulta de sobremanera conciliar el sueño. Además de ello, por cuestiones de salud, ellos están obligados a hacer como mínimo dos horas de ejercicio diario, de lo contrario sus músculos se atrofiarían. (Tomado de <https://www.dinamo-ca.com/como-es-la-vida-en-la-estacion-espacial-internacional/>)

(5) Preocupación en el espacio por daño en nave, astronautas podría quedar varados

Las agencias espaciales de Rusia y Estados Unidos evaluaban este jueves la gravedad de una impresionante fuga de refrigerante en una nave espacial rusa ubicada en la Estación Espacial Internacional (EEI), que pudo haber sido provocada por el impacto de un micrometeorito. En las imágenes difundidas por la NASA, se podía ver claramente un chorro de partículas blancas escapando al espacio, que sería el líquido refrigerante. (Tomado de <https://www.eltiempo.com/vida/ciencia/preocupacion-en-el-espacio-por-dano-en-nave-espacial-rusa-soyuz-ms-22-726244>)


(6) Diseño y cálculo de un módulo preliminar de la EEI

La principal diferencia entre este sistema y el Elektron es que el OGS utiliza un polímero sólido para iniciar la electrólisis frente al hidróxido de potasio del Elektron, que suele dar problemas al provocar atascos en las válvulas. A pesar de estos métodos de recuperación, hay que enviar tanques de oxígeno en las naves que se encargan de llevar provisiones a la estación. Un astronauta consume de media 840 gramos de oxígeno al día, por lo que una tripulación de 2 astronautas consumiría 1,7 kg de

	<p>oxígeno diarios. Si se utiliza un sistema similar al OGS de la ISS, sería más que suficiente para el suministro de los 2 tripulantes. Aun así, habría que enviar un tanque de oxígeno para el comienzo del viaje y se podría plantear el envío de mayor cantidad de agua, la cual sería utilizada en la creación de oxígeno a partir de hidrólisis. Por tanto, se va a estimar un peso de 500 kg en el total de los sistemas de administración de oxígeno.</p> <p>El peso de los sistemas de recuperación también habrá que tenerlo en cuenta. El WRS y el OGS tienen un peso total de 680 kg, por lo que se va a estimar un peso similar para la estación lunar. (Tomado de https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/29293/TFG_Alberto_Gomez_Cabrera_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)</p> <p>(7) Peso total de los elementos de un módulo de la EEI</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elementos del exterior</th><th>Peso (kg)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Casco</td><td>19181</td></tr> <tr> <td>Paneles solares</td><td>2466</td></tr> <tr> <td>Sistemas de acoplamiento</td><td>840</td></tr> <tr> <td>Sujecciones</td><td>44</td></tr> <tr> <td></td><td>22531</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elementos del interior</th><th>Peso (kg)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de la tripulación</td><td>454,00</td></tr> <tr> <td>Comida</td><td>618</td></tr> <tr> <td>Agua y oxígeno</td><td>1680</td></tr> <tr> <td>Instalaciones de supervivencia básica</td><td>713,00</td></tr> <tr> <td>Baterías</td><td>2341,00</td></tr> <tr> <td>Combustible</td><td>4500</td></tr> <tr> <td>Máquina de ejercicio</td><td>350,00</td></tr> <tr> <td></td><td>10656,00</td></tr> <tr> <td>Peso total del módulo:</td><td>33187 kg</td></tr> </tbody> </table> <p><i>Tabla 10: Peso total de cada uno de los elementos del módulo</i> <i>Tomado de: Barbero, E. (2018). Diseño y cálculo preliminar de un módulo de la EEI, pág. 38</i></p>	Elementos del exterior	Peso (kg)	Casco	19181	Paneles solares	2466	Sistemas de acoplamiento	840	Sujecciones	44		22531	Elementos del interior	Peso (kg)	Peso de la tripulación	454,00	Comida	618	Agua y oxígeno	1680	Instalaciones de supervivencia básica	713,00	Baterías	2341,00	Combustible	4500	Máquina de ejercicio	350,00		10656,00	Peso total del módulo:	33187 kg
Elementos del exterior	Peso (kg)																																
Casco	19181																																
Paneles solares	2466																																
Sistemas de acoplamiento	840																																
Sujecciones	44																																
	22531																																
Elementos del interior	Peso (kg)																																
Peso de la tripulación	454,00																																
Comida	618																																
Agua y oxígeno	1680																																
Instalaciones de supervivencia básica	713,00																																
Baterías	2341,00																																
Combustible	4500																																
Máquina de ejercicio	350,00																																
	10656,00																																
Peso total del módulo:	33187 kg																																
Elementos 7E	<ul style="list-style-type: none"> • Explorar: El planteamiento de diferentes informaciones acerca de la EEI, permite a los estudiantes estudiar, interpretar y comprender información suministrada con el objetivo de que los estudiantes amplíen sus conocimientos. • Enganchar: La actividad de la estación espacial internacional, es un tema de interés mundial, por ende, se considera que puede aportar a la consolidación del tema de gases ideales, al contemplar: el control de la atmosfera en la EEI, el control de la presión, control de la temperatura y la distribución de gases en la EEI. 																																
Elementos Thinking Classroom	<p>Durante el desarrollo de las actividades, se implementarán paralelamente las practicas del Thinking Classroom de la siguiente manera:</p>																																

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trabajo colaborativo visiblemente aleatorio: Se utilizará la estrategia palos al azar. En una tula se dispondrán de palos con los nombres de los estudiantes. Para esta actividad se formarán 3 grupos de 3 estudiantes y dos grupos de 4 estudiantes. El profesor sacará al azar los palos con los nombres de los estudiantes y conformará los grupos de trabajo. 2. Trabajo en espacio 360°: En el salón de clase, se dispondrá para cada grupo una superficie vertical, en la cual puedan hacer todas las anotaciones necesarias. 3. Asignación de tareas: Las instrucciones siempre se darán de manera verbal, al iniciar la sesión de clase. 4. Preguntas a más preguntas: Aquí el rol del profesor será fundamental, dado que el objetivo es enseñar a los estudiantes a plantearse nuevas preguntas en el grupo de trabajo que les permitan ir hilando el análisis del fenómeno de estudio. 5. Sugerencias y extensiones en el salón de aula pensante: Durante el desarrollo de la clase, el docente estará constantemente rotando por los diferentes grupos de trabajo, con el fin de escucharlos y poder plantear interrogantes que orienten la actividad desarrollada. 6. Uso de la evaluación formativa: Durante todas las clases se generarán intervenciones en las cuales el profesor comunica a cada grupo que se ha logrado de la actividad y que se puede complementar. Para esta actividad, cada grupo deberá hacer en su superficie vertical, el organizador gráfico que considere (mapa conceptual, matriz de relación, diagrama de flujo, mapa mental), el cual dé cuenta de la consolidación de la actividad propuesta, es decir, se deben evidenciar las discusiones y los procesos que se construyeron cooperativamente en el trabajo de la actividad propuesta. 7. Consolidación de la lección: Diez minutos antes de finalizar la sesión de clase, el docente realizará la consolidación de la actividad, teniendo en cuenta la participación de los grupos de trabajo, así como el trabajo cooperativo en la construcción más apropiada de las preguntas planteadas.
Al finalizar la actividad	

Tabla 7. Detalle actividad 4

ACTIVIDAD 4 Evaluar un enunciado a la luz de las pruebas, desarrollar el pensamiento crítico Mezcla de gases	
Objetivo de la actividad	<p>El objetivo de “<i>anestesiología; una combinación química perfecta</i>”, consiste en evaluar un enunciado científico relacionado con la mezcla de gases usada en un proceso de sedación profunda, en aras de que el estudiante pueda comprender la importancia de las presiones parciales y totales en una mezcla de gases.</p> <p>La estructura de esta actividad está fundamentada, en que, a partir de un enunciado, el estudiante deba identificar los supuestos en los que está basado, contrastando el enunciado con pruebas. Aquí es importante mencionar que la capacidad que desarrolla un estudiante de evaluar enunciados hace parte de las competencias científicas fundamentales en ciencias.</p> <p>Para llevar a cabo esta actividad, los estudiantes deben: 1) identificar el enunciado en un ejemplo de anestesiología, ya que el uso de pruebas se articula con el uso de modelos científicos, 2) conectar las afirmaciones con los enunciados, es decir identificar pautas en las informaciones y 3) identificar criterios relevantes para evaluar pruebas. (Tomado y modificado de, Jiménez et, al. (2012, p.p 26)</p>
Elemento del argumento que se trabajará	<p>Evaluar un enunciado a la luz de pruebas</p>
Actividad	<p style="text-align: center;">Anestesiología, una combinación química perfecta</p> <p>Caso clínico:</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Marisol, una niña de 10 años, fue diagnosticada desde hace cinco años con asma crónica, luego de algunas complicaciones, su médico pediatra le indica a la familia, que la niña debe ser sometida a un procedimiento quirúrgico. Dada la condición</p> <p>médica que padece, el anestesiólogo debe tener mayor precaución y seleccionar una sedación adecuada, con el fin de garantizar la seguridad de la menor.</p> </div> </div>

Luego de una junta médica, se determina que Marisol requiere de una sedación profunda, dado que el procedimiento quirúrgico tiene una naturaleza invasiva. Por lo cual, se le suministrará una mezcla que consiste en óxido nitroso (N_2O) y oxígeno O_2 en una concentración determinada. El anestesiólogo debe calcular las presiones parciales de ambos gases y por consiguiente la presión total de la mezcla y así poder asegurar una adecuada sedación y oxigenación para Marisol.

La presión parcial de un gas en una mezcla se calcula multiplicando la fracción molar del gas por la presión total, además de que la presión total de la mezcla es igual a la suma de las presiones parciales de los gases presentes.

Posteriormente, el médico anestesiólogo determina que la fracción molar del N_2O en la mezcla es de 0.6 y la fracción molar del O_2 es de 0.4, concluyendo que la presión total de la mezcla es de 800 mmHg y que, por lo tanto, en la mezcla de gases utilizada, la presión parcial de cada gas es la misma.

1. Resuma la afirmación del médico anestesiólogo en sus propias palabras

.....

.....

.....

.....

.....

2. Revise las siguientes afirmaciones e indique si apoyan, refutan o no relacionan con las afirmaciones dadas por el médico anestesiólogo en el caso clínico expuesto.

- A. En una mezcla de gases utilizada en anestesiología, las presiones parciales de los gases se mantienen constantes, sin importar los cambios de temperatura.


- A1. Cree que: Apoya la afirmación del médico
 Refuta la afirmación del médico

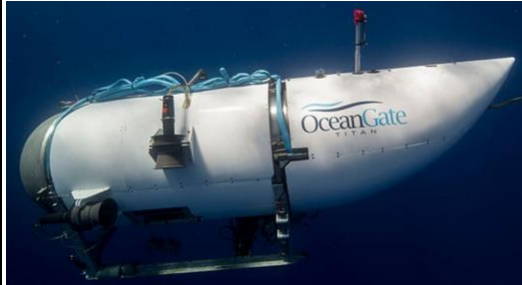
	<p>No se relaciona</p> <p>A2. Explique su elección, indicando qué pruebas daría para</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; margin: 10px 0;"></div> <p>convencer a una persona que piense lo contrario.</p> <p>B. La presión de un gas aumenta a medida que se reduce su volumen, manteniendo constante la temperatura.</p> <p>B1. Cree que: Apoya la afirmación del médico Refuta la afirmación del médico No se relaciona</p> <p>B2. Explique su elección, indicando qué pruebas daría para convencer a una persona que pensase lo contrario.</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; margin: 10px 0;"></div>
Elementos 7E	<ul style="list-style-type: none"> •Extender: En la situación planteada, se espera que los estudiantes puedan poner en practica los conceptos aprendidos, para explicar los mecanismos que se deben llevar a cabo para comprender los planteamientos realizados por el anesthesiólogo en el estudio de caso. •Explicar: A medida que se va desarrollando la actividad, se explica a los estudiantes la importancia y aplicación de las presiones parciales y totales en una mezcla de gases.
Elementos Thinking Classroom	<p>Durante el desarrollo de las actividades, se implementarán paralelamente las practicas del Thinking Classroom de la siguiente manera:</p> <p>1. Trabajo colaborativo visiblemente aleatorio: Se utilizará la estrategia funciones inorgánicas. En una tula se dispondrán de</p>

	<p>parejas de funciones inorgánicas: óxidos básicos (g1), óxidos ácidos (g2), ácidos hidrácidos (g3), ácidos oxácidos (g4), sales haloideas (g5), sales oxisales (g6). Para esta actividad se formarán 4 grupos de 3 estudiantes y 2 grupos de 4 estudiantes. Cada estudiante sacará un post-it que contiene el nombre de un compuesto inorgánico, cada estudiante deberá sacar uno y hacerse con el compañero que contenga la misma función inorgánica.</p> <p>2. Trabajo en espacio 360°: En el salón de clase, se dispondrá para cada grupo una superficie vertical, en la cual puedan hacer todas las anotaciones necesarias.</p> <p>3. Asignación de tareas: Las instrucciones siempre se darán de manera verbal, al iniciar la sesión de clase.</p> <p>4. Preguntas a más preguntas: Aquí el rol del profesor será fundamental, dado que el objetivo es enseñar a los estudiantes a plantearse nuevas preguntas en el grupo de trabajo que les permitan ir hilando el análisis del fenómeno de estudio.</p> <p>5. Sugerencias y extensiones en el salón de aula pensante: Durante el desarrollo de la clase, el docente estará constantemente rotando por los diferentes grupos de trabajo, con el fin de escucharlos y poder plantear interrogantes que orienten la actividad desarrollada.</p> <p>8. Uso de la evaluación formativa: Durante todas las clases se generarán intervenciones en las cuales el profesor comunica a cada grupo que se ha logrado de la actividad y que se puede complementar.</p> <p>9. Consolidación de la lección: Diez minutos antes de finalizar la sesión de clase, el docente realizará la consolidación de la actividad, teniendo en cuenta la participación de los grupos de trabajo, así como el trabajo cooperativo en la construcción más apropiada de las preguntas planteadas.</p>
Al finalizar la actividad	

Tabla 8. Detalle actividad 5

<p style="text-align: center;">ACTIVIDAD 5</p> <p style="text-align: center;">Predecir resultados en un nuevo contexto; relacionar causas y efectos</p> <p style="text-align: center;">Estequiometría de gases</p>

Objetivo de la actividad	<p>Esta actividad tiene como objetivo usar pruebas y modelos teóricos para predecir los resultados en el contexto planteado del TITAN; sumergible que tenía como misión visitar los restos del Titanic. Para esta actividad se requiere que el alumno aplique los conocimientos adquiridos en una situación nueva y de gran interés mundial.</p> <p>Para esta actividad, el estudiante necesita articular el conocimiento científico adquirido durante todas las actividades propuestas, con la competencia del uso de pruebas, el propósito principal de esta actividad es evaluar la capacidad de los estudiantes para construir un argumento coherente, apoyado en justificaciones adecuadas.</p>
Elemento del argument o a trabajar	<p>Predecir resultados en un contexto nuevo</p>
Actividad	<p style="text-align: center;">El Titan no soportó tanta presión</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>El Titanic es uno de los barcos más famosos de la historia. Al mando de la nave estaba el capitán Edward Smith, un veterano de la White Star Line. Este fue elegido porque ya había capitaneado el transatlántico Olympic, que a nivel técnico era muy parecido al Titanic. Pero tan solo cuatro días más tarde de su partida, el 15 de abril de 1912, en el Atlántico Norte, Canadá, a pocos minutos para la medianoche, se produjo el fatídico choque con el iceberg que, en pocas horas, hundiría el “barco casi insumergible”.</p> <p>Los restos del Titanic fueron localizados el 1 de septiembre de 1985 por una expedición del IFREMER (Instituto Francés de Investigación y Explotación Marina) y la Institución Oceanográfica de Woods Hole, a 3.821 metros de profundidad. El descubrimiento hizo resurgir el interés por el legendario barco y a lo largo de los años siguientes se enviaron varias misiones para recuperar unos 5.500 objetos del naufragio, desde efectos personales hasta partes de la nave.</p> </div> </div>



El 18 de junio de 2023, la empresa experta en expediciones OceanGate Expedition a las profundidades del mar, se encontraba lista para su tercera expedición al Titanic, sin embargo, tan solo a dos horas de iniciar la misión, se perdió toda la

comunicación con la nave TITAN

Son muchas las hipótesis que han salido a la luz con el tema de la implosión del TITAN que tenía como objetivo visitar bajo 4000 metros los restos del Titanic, algunas de ellas se relacionan a continuación.

1. Teniendo en cuenta que el TITAN era el único sumergible en fibra de carbono, ¿Qué efecto tuvo la presión hidrostática del agua sobre los materiales de este?, ¿sería una de las causas de la

.....

implosión?

2. ¿una de las razones causantes de la implosión del TITAN, puede

.....

estar relacionado con las fluctuaciones térmicas que pudieron surgir durante la inmersión?

	<p>3. Suponiendo que la nave TITAN, contaba con un tanque de oxígeno con una capacidad de 20 m³, a temperatura y presión ambiente, y sabiendo que un mol de gas ocupa aproximadamente</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> </div> <p>22.4 L. Calcule el número de moles de oxígeno que se estima había inicialmente en la nave del TITAN, antes de la implosión.</p> <p>4. Considerando la reacción de la respiración celular $C_6H_{12}O_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$, y asumiendo la cantidad de moles de oxígeno del punto 4. ¿Cuántos litros de dióxido de carbono podían haberse generado como resultado de la respiración de los ocupantes del TITAN?</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> </div>
<p>Elementos 7E</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Extender: Esta actividad hace uso de conceptos previos adquiridos por los estudiantes, para ser aplicados en una actividad contextualizada • Evaluar: A partir del desarrollo de las preguntas propuestas, se pone a los estudiantes ante situaciones de tendencia mundial, en las cuales debe aplicar lo aprendido, con el fin de construir un argumento sólido y coherente.
<p>Elementos Thinking Classroom</p>	<p>Durante el desarrollo de las actividades, se implementarán paralelamente las prácticas del Thinking Classroom de la siguiente manera:</p> <p>1. Trabajo colaborativo visiblemente aleatorio: Se utilizará la estrategia palos al azar. En una tula se dispondrán de palos con los nombres de los estudiantes. Para esta actividad se formarán 3 grupos de 3 estudiantes y dos grupos de 4 estudiantes. El profesor sacará al</p>

	<p>azar los palos con los nombres de los estudiantes y conformará los grupos de trabajo.</p> <p>2. Trabajo en espacio 360°: En el salón de clase, se dispondrá para cada grupo una superficie vertical, en la cual puedan hacer todas las anotaciones necesarias.</p> <p>3. Asignación de tareas: Las instrucciones siempre se darán de manera verbal, al iniciar la sesión de clase.</p> <p>4. Preguntas a más preguntas: Acá el rol del profesor será fundamental, dado que el objetivo es enseñar a los estudiantes a plantearse nuevas preguntas en el grupo de trabajo que les permitan ir hilando el análisis del fenómeno de estudio.</p> <p>5. Sugerencias y extensiones en el salón de aula pensante: Durante el desarrollo de la clase, el docente estará constantemente rotando por los diferentes grupos de trabajo, con el fin de escucharlos y poder plantear interrogantes que orienten la actividad desarrollada.</p> <p>6. Uso de la evaluación formativa: Durante todas las clases se generarán intervenciones en las cuales el profesor comunica a cada grupo que se ha logrado de la actividad y que se puede complementar. Para esta actividad, una de las personas de cada grupo, se quedará en su lugar de trabajo, con el fin de socializar a los demás compañeros el modelo planteado para las variables de estudio; los demás compañeros rotarán, con el fin de poder tomar nota y concluir la actividad.</p> <p>7. Consolidación de la lección: Diez minutos antes de finalizar la sesión de clase, el docente realizará la consolidación de la actividad, teniendo en cuenta la participación de los grupos de trabajo, así como el trabajo cooperativo en la construcción más apropiada de las preguntas planteadas.</p>
Al finalizar la actividad	

TEST DE HALPERN

Por favor, escriba sus datos de identificación personal:

Apellidos	
Nombre	
Edad	
Sexo	
Curso	
Institución educativa	
Ciudad	
País	
Fecha	
Observaciones	

Instrucciones

El test de Halpern es un instrumento que pretende evaluar diversas habilidades de pensamiento crítico. En este caso en particular, las situaciones descritas se centran en evaluar la habilidad argumentación, a través de las respuestas dadas a las diversas situaciones cotidianas planteadas en cada cuestión.

Responde las cuestiones con la mayor sinceridad y pregunta ante cualquier duda.

Instrucciones iniciales para responder

Cada cuestión presenta una situación diferente que tiene dos partes.

En la primera, se pide que escribas una **respuesta breve** referida a la cuestión. Cuando esté finalizada la respuesta breve, debes pasar a la siguiente página donde se encuentra la segunda parte.

La segunda parte se refiere a la misma cuestión e información planteada en la primera, pero aquí se pide la emisión de **un juicio o valoración** sobre posibles respuestas. Por ejemplo, el juicio puede consistir en valorar el grado en que cada una de las alternativas planteadas responde bien a una determinada cuestión, o bien, en seleccionar la mejor alternativa entre un conjunto de respuestas posibles.

Por favor, no respondas la segunda parte antes de haber respondido la primera. Tampoco regrese a la primera parte después de haber respondido la segunda.

SITUACIÓN 11. PARTE 1

En un laboratorio se quiere hacer una práctica que permita estudiar la reacción química entre un metal y un ácido, por ende, la profesora propone hacer reaccionar hierro metálico con ácido clorhídrico (HCl). Durante el experimento, Juan observa que se lleva a cabo la liberación de un gas (burbujas), y se evidencia un cambio aparente de temperatura en el sistema, ya aumenta la temperatura del tubo de ensayo. Transcurridos unos minutos se observa la formación de un compuesto soluble en agua. Las observaciones descritas son muy completas y demuestran que, a partir de un cálculo estequiométrico, se puede determinar la cantidad de gas que se produjo en la reacción química.

1-A. ¿Cuál es la conclusión de este breve párrafo? _____

1-B. ¿Cuáles son las razones que la apoyan? _____

SITUACIÓN 11. PARTE 2

En un laboratorio se quiere hacer una práctica que permita estudiar la reacción química entre un metal y un ácido, por ende, la profesora propone hacer reaccionar el hierro metálico con ácido clorhídrico (HCl). Durante el experimento, Juan observa que se lleva a cabo la liberación de un gas (burbujas), y se evidencia un cambio aparente de temperatura en el sistema, ya que se calienta el tubo de ensayo. Transcurridos unos minutos se observa la formación de un compuesto soluble en agua. Las observaciones descritas son muy completas y demuestran que a partir de un cálculo estequiométrico, se puede determinar la cantidad de gas que se produjo en la reacción química.

Basándote en esta información, elige **la mejor respuesta** de las siguientes:

1. () La profesora explica detalladamente la manera como se puede calcular experimentalmente la cantidad de gas producido en la reacción entre un metal y un ácido.
2. () La profesora no explica detalladamente la manera como se puede calcular experimentalmente la cantidad de gas producido en la reacción entre un metal y un ácido. () No hay una conclusión definitiva. La profesora puede estar explicando o no la manera en la que se calcula la cantidad de gas producido en la reacción.
3. () La reacción descrita no está relacionada con el cálculo de la cantidad de gas producido.

4. () La reacción descrita no está relacionada con los cambios de temperatura.

SITUACIÓN 12. PARTE 1

Hay muchas oportunidades para los especialistas en química nuclear. La verdad es que deberías pensar en especializarte en esta rama de la ciencia. El trabajo es muy interesante, el mundo actual ofrece muchas posibilidades de empleo y la remuneración económica es muy buena. Por supuesto, no es una buena especialidad, si tienes miedos asociados con el manejo de materiales radioactivos o tienes de preferencia de trabajar en espacio al aire libre.

1-A. ¿Cuál es la conclusión de este breve párrafo? _____

1-B. ¿Cuáles son las razones que la apoyan? _____

SITUACIÓN 12. PARTE 2

Hay muchas oportunidades para los especialistas en química nuclear. La verdad es que deberías pensar en especializarte en esta rama de la ciencia. El trabajo es muy interesante, el mundo actual ofrece muchas posibilidades de empleo y la remuneración económica es muy buena. Por supuesto, no es una buena especialidad, si tienes miedos asociados con el manejo de materiales radioactivos o tienes de preferencia de trabajar en espacio al aire libre.

Para cada una de las siguientes afirmaciones, escribe en la casilla en blanco delante, si es una **conclusión (C)**, una **razón (R)** o un **contra-argumento (CA)**.

	1. Hay muchas oportunidades para los especialistas en química nuclear.
	2. La verdad es que deberías especializarte en esta ciencia.
	3. El trabajo es interesante.
	4. Los sueldos son buenos.
	5. No es una buena especialidad si le temes a los materiales radioactivos.

SITUACIÓN 13. PARTE 1

Teniendo en cuenta el interés por mejorar la formación de los médicos y fortalecer un enfoque integral en la atención médica, una prestigiosa universidad de Bogotá ha decidido introducir dentro del plan de estudios un nuevo programa de formación. Además de los cursos tradicionales de medicina, ahora los estudiantes deberán presentar servicio en comunidades rurales y en condiciones de vulnerabilidad que los enfrente a diversos desafíos en temas de salud. Este será un requisito para poder graduarse.

Explica tu opinión al respecto en un máximo de cinco frases. _____

SITUACIÓN 13. PARTE 2

Teniendo en cuenta el interés por mejorar la formación de los médicos y fortalecer un enfoque integral en la atención médica, una prestigiosa universidad de Bogotá ha decidido introducir dentro del plan de estudios un nuevo programa de formación. Además de los cursos tradicionales de medicina, ahora los estudiantes deberán presentar servicio en comunidades rurales y en condiciones de vulnerabilidad que los enfrente a diversos desafíos en temas de salud. Este será un requisito para poder graduarse.

Para cada una de las siguientes afirmaciones, indica si es una **conclusión (C)**, una **razón (R)** o un **contra-argumento (CA)**.

	1. Los estudiantes aprenderán destrezas evaluables a través de los servicios en comunidades rurales y en altas condiciones de vulnerabilidad.
	2. Para algunos estudiantes será más negativo que positivo, si les obligan a realizar un servicio que ellos no desean hacer.
	3. A los estudiantes no debería obligárseles a realizar servicios médicos en comunidades de altas condiciones de vulnerabilidad.
	4. Los estudiantes ya están sobrecargados con sus estudios y otras actividades.
	5. Los servicios prestados a comunidades rurales ofrecerán la oportunidad de mejorar la comunidad.

SITUACIÓN 14. PARTE 1

Los estudiantes del curso de química inorgánica mencionaron a su profesor que, revisando el plan de estudios, consideran que se debería ver el tema de nomenclatura inorgánica y que no es necesario ver como prerrequisito estados de oxidación. Sin embargo, el profesor se rehúsa, explicando que, si cambia el plan de estudios para ese curso de química, tendría que hacerlo para todos los cursos, lo que resultaría en un programa educativo desajustado, ya que comprender de manera completa los estados de oxidación es fundamental para abordar de manera efectiva la nomenclatura inorgánica y así facilitar el aprendizaje de los conceptos químicos.

1-A. ¿Está usando el profesor de química un razonamiento correcto? (contesta la pregunta empleando solo la información dada en este párrafo y con independencia de lo que pienses acerca del problema del plan de estudio).

() SÍ

() NO

1-B. Por favor, describe el tipo de razonamiento que usa el profesor de química

SITUACIÓN 14. PARTE 2

Los estudiantes del curso de química inorgánica mencionaron a su profesor que, revisando el plan de estudios, consideran que se debería ver el tema de nomenclatura inorgánica y que no es necesario ver como prerrequisito estados de oxidación. Sin embargo, el profesor se rehúsa, explicando que, si cambia el plan de estudios para ese curso de química, tendría que hacerlo para todos los cursos, lo que resultaría en un programa educativo desajustado, ya que comprender de manera completa los estados de oxidación es fundamental para abordar de manera efectiva la nomenclatura inorgánica y así facilitar el aprendizaje de los conceptos químicos.

¿Cuál de las siguientes frases utiliza un **razonamiento similar** al empleado por el profesor de química, aunque las frases no se refieran al mismo tema? **Elige SOLO una:**

1. () No aceptes un pequeño incremento en el sueldo porque si lo haces tu jefe te quitará los beneficios médicos el año próximo.
2. () No votes a este candidato, porque pertenece a un partido progresista.
3. () No puedes votar en esta votación, porque no tienes suficiente información.
4. () No puedes fiarte de lo que dice, porque es un mentiroso patológico como su madre.

5. () El futuro nunca puede conocerse con certeza; deberías recordar que pájaro en mano es mejor que ciento volando.

SITUACIÓN 15. PARTE 1

Uno de los candidatos a la alcaldía de Bogotá, propone que las instituciones educativas, deberían tener una cátedra para la sostenibilidad ambiental que permita a los estudiantes desarrollar un pensamiento crítico frente a las problemáticas ambientales de la actualidad.

1-A. En una frase, expresa tu opinión sobre este proyecto.

1-B. En una o dos frases, presenta una razón y una conclusión relacionadas con esta propuesta que sean consistentes con la opinión de la respuesta anterior.

SITUACIÓN 15. PARTE 2

Uno de los candidatos a la alcaldía de Bogotá, propone que las instituciones educativas, deberían tener una cátedra para la sostenibilidad ambiental que permita a los estudiantes desarrollar un pensamiento crítico frente a las problemáticas ambientales de la actualidad.

Para cada una de las siguientes afirmaciones, indica si se trata de una **opinión (O)**, un **hecho (H)**, o un **argumento razonado (AR)**.

En

	1. Esto no funciona.
	2. En otras ciudades donde se empleó esta estrategia, la conciencia ambiental mejoró en un 50%
	3. Este sistema no funciona porque la gente no tiene ninguna conciencia ambiental
	4. Es una buena idea porque evitará el mensaje de que no tenemos conciencia ambiental

	5. Costará demasiado dinero.
	6. El coste será superior a un millón de pesos
	7. Esto solo hará que el problema empeore porque las personas niegan que el problema ambiental sea cuestión de la sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

Jiménez., M. (2010). 10 competencias en argumentación y uso de pruebas. Editorial GRAÓ. Barcelona. *[España]*

Puig., B, Beatriz., B & Jimenez., A. (2012). Argumentación en el aula: dos unidades didácticas. Tomada de:
https://nosyevolucion.files.wordpress.com/2015/10/argumentacion_en_el_aula-dos_unidades_didacticas.pdf

Liljedahl., P. (2021). Building Thinking Classrooms in mathematics. 14 teaching practices for enhancing learning. Corwin. University of Waterloo