



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

**INCIDENCIA DE LAS REPRESENTACIONES MÚLTIPLES EN EL
FORTALECIMIENTO DE LA COMPETENCIA ARGUMENTATIVA EN ESTUDIANTES
DE BÁSICA SECUNDARIA**

JAIRO LUIS ROMERO ACOSTA

GUSTAVO ADOLFO BONILLA PÉREZ

Trabajo de grado para optar al título de magister en educación

Asesor

Omar David Álvarez Tamayo

MG. en Enseñanza de las Ciencias

UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN

MEDELLÍN

2018



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

**INCIDENCIA DE LAS REPRESENTACIONES MÚLTIPLES EN EL
FORTALECIMIENTO DE LA COMPETENCIA ARGUMENTATIVA EN ESTUDIANTES
DE BÁSICA SECUNDARIA**

**JAIRO LUIS ROMERO ACOSTA
GUSTAVO ADOLFO BONILLA PÉREZ**

Trabajo de investigación para optar al título de Magister en Educación

Asesor

**Omar David Álvarez Tamayo
MG. en Enseñanza de las Ciencias**

**UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN**

MEDELLÍN

2018

Índice

Lista de tablas	7
Lista de figuras	9
Agradecimientos	11
Resumen	13
Introducción.....	15
1. Problematización	17
1.1. Antecedentes.....	17
1.1.1. La argumentación.....	17
1.1.2. Argumentación en ciencias.....	25
1.1.3. Representaciones múltiples.	28
1.2. Planteamiento del problema	37
1.3. Objetivos.....	38
1.3.1. Objetivo General.	38
1.3.2. Objetivos específicos.....	39
1.4. Justificación.....	39
2. Marco conceptual	41
2.1. La enseñanza de las Ciencias Naturales	41
2.2. La argumentación en la enseñanza de las ciencias	45
2.3. Partes de un argumento	50
2.4. Evaluación del nivel de competencia argumentativa.....	54
2.5. Las representaciones múltiples en la enseñanza de las ciencias	55

2.6. Incidencia de las representaciones múltiples en el desarrollo de la competencia argumentativa.....	61
3. Metodología.....	65
3.1. La secuencia didáctica con enfoque investigativo.....	65
3.2. Tipo de estudio	72
3.3. Diseño de la investigación.....	75
3.3.1. Estudio de caso.....	75
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de información	76
3.5. Validez.....	78
3.6. Unidad de trabajo	79
3.7. Unidad de análisis	80
4. Análisis y discusión.....	82
4.1. Estudio de caso E1-EC	87
4.1.1. Análisis desde las representaciones múltiples.....	87
4.1.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin.....	90
4.2. Estudio de caso E2-EC	94
4.2.1. Análisis desde las representaciones múltiples.....	95
4.2.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin.....	97
4.3. Estudio de caso E3-EC	100
4.3.1. Análisis desde las representaciones múltiples	101
4.3.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin.....	104
4.4. Estudio de caso E4-EC	107
4.4.1. Análisis desde las representaciones múltiples.....	108

4.4.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin.....	111
4.5. Estudio de caso E5-EC	114
4.5.1. Análisis desde las representaciones múltiples	115
4.5.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin.....	118
4.6. Estudio de caso E6-EC	121
4.6.1. Análisis desde las representaciones múltiples	122
4.6.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin.....	125
4.7. Estudio de caso E7-CN	128
4.7.1. Análisis desde las representaciones múltiples	129
4.7.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin.....	132
4.8. Estudio de caso E8-CN	135
4.8.1. Análisis desde las representaciones múltiples	136
4.8.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin.....	139
4.9. Estudio de caso E9-CN	143
4.9.1. Análisis desde las representaciones múltiples.....	144
4.9.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin.....	147
4.10. Estudio de caso E10-CN.....	151
4.10.1. Análisis desde las representaciones múltiples	152
4.10.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin	154
4.11. Estudio de caso E11-CN	158
4.11.1. Análisis desde las representaciones múltiples.....	159
4.11.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin	161
4.12. Estudio de caso E12-CN.....	165

4.12.1. Análisis desde las representaciones múltiples	166
4.12.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin	169
4.13. Análisis por institución	172
4.13.1. I. E. El Corazón.....	172
4.13.2. I. E. Ciudadela Nuevo Occidente.....	177
4.14. Análisis general I. E El Corazón e I. E Ciudadela Nuevo Occidente	182
5. Conclusiones y recomendaciones	187
5.1. Conclusiones.....	187
5.1.1. Conclusiones generales.....	187
5.1.2. Conclusiones de acuerdo con las categorías emergentes.	189
5.2. Recomendaciones	191
5.2.1. Recomendaciones para las instituciones educativas.....	193
Referencias.....	195
6. Anexos.....	204
6.1. Anexo 1. Momento Uno: Diagnóstico y activación de saberes previos	204
6.2. Anexo 2. Momento dos: Presentación de la nueva temática	215
6.3. Anexo 3. Momento tres: Estructuración de nuevos conocimientos.....	230
6.4. Anexo 4. Momento cuatro: Transferencia del conocimiento	248

Lista de tablas

Tabla 1. Niveles de competencia argumentativa.....	55
Tabla 2. Elementos básicos para la elaboración de una secuencia didáctica	67
Tabla 3. Niveles argumentativos. Elaboración propia	83
Tabla 4. Representaciones múltiples presentadas por E1-EC	90
Tabla 5. Elementos del Mat que utiliza el E1-EC	92
Tabla 6. Niveles argumentativos del E1-EC en las tres pruebas	92
Tabla 7. Representaciones múltiples presentadas por E2-EC	97
Tabla 8. Elementos del Mat que utiliza el E2-EC	99
Tabla 9. Niveles argumentativos del E2-EC en las tres pruebas	99
Tabla 10. Representaciones múltiples presentadas por E3-EC	103
Tabla 11. Elementos del Mat que utiliza el E3-EC	105
Tabla 12. Niveles argumentativos del E3-EC en las tres pruebas	106
Tabla 13. Representaciones múltiples presentadas por E4-EC	110
Tabla 14. Elementos del Mat que utiliza el E4-EC	112
Tabla 15. Niveles argumentativos del E4-EC en las tres pruebas	113
Tabla 16. Representaciones múltiples presentadas por E5-EC	117
Tabla 17. Elementos del Mat que utiliza el E5-EC	119
Tabla 18. Niveles argumentativos del E5-EC en las tres pruebas	120
Tabla 19. Representaciones múltiples presentadas por E6-EC	124
Tabla 20. Elementos del Mat que utiliza el E6-EC	127
Tabla 21. Niveles argumentativos del E6-EC en las tres pruebas	127
Tabla 22. Representaciones múltiples presentadas por E7-CN.....	131

Tabla 23. Elementos del Mat que utiliza el E7-CN.....	134
Tabla 24. Niveles argumentativos del E7-CN en las tres pruebas.....	134
Tabla 25. Representaciones múltiples presentadas por E8-CN.....	139
Tabla 26. Elementos del Mat que utiliza el E8-CN.....	142
Tabla 27. Niveles argumentativos del E8-CN en las tres pruebas.....	142
Tabla 28. Representaciones múltiples presentadas por E9-CN.....	146
Tabla 29. Elementos del Mat que utiliza el E9-CN.....	149
Tabla 30. Niveles argumentativos del E9-CN en las tres pruebas.....	149
Tabla 31. Representaciones múltiples presentadas por E10-CN.....	154
Tabla 32. Elementos del Mat que utiliza el E10-CN.....	156
Tabla 33. Niveles argumentativos del E10-CN en las tres pruebas.....	157
Tabla 34. Representaciones múltiples presentadas por E11-CN.....	161
Tabla 35. Elementos del Mat que utiliza el E11-CN.....	163
Tabla 36. Niveles argumentativos del E11-CN en las tres pruebas.....	164
Tabla 37. Representaciones múltiples presentadas por E12-CN.....	168
Tabla 38. Elementos del Mat que utiliza el E12-CN.....	170
Tabla 39. Niveles argumentativos del E12-CN en las tres pruebas.....	171

Lista de figuras

Figura 1. Elaboración propia. Orden de los elementos del modelo argumental de Toulmin en un proceso argumentativo.	19
Figura 2. Momentos del proceso enseñanza-aprendizaje	44
Figura 3. Condiciones para desarrollar la competencia argumentativa en clase.....	50
Figura 4. Esquema Modelo Argumental de Toulmin (Chamizo 2007)	51
Figura 5. Esquema de un argumento bajo el modelo de Toulmin (Chamizo, 2007)	54
Figura 6. Clasificación de las representaciones múltiples.	59
Figura 7. Momentos de la secuencia didáctica. Elaboración propia.	70
Figura 8. Elementos generales a tener en cuenta para el análisis de la información.....	82
Figura 9. Nivel competencia argumentativa, estudiantes de la I. E. El Corazón e I. E. Ciudadela Nuevo Occidente al inicio de la intervención pedagógica.	86
Figura 10. Nivel argumentativo de E1-EC en las cuatro categorías emergentes.	94
Figura 11. Nivel argumentativo de E2-EC en las cuatro categorías emergentes.....	100
Figura 12. Nivel argumentativo de E3-EC en las cuatro categorías emergentes.	107
Figura 13. Nivel argumentativo de E4-EC en las cuatro categorías emergentes.	114
Figura 14. Niveles argumentativos del E5-EC en las tres pruebas.....	121
Figura 15. Nivel argumentativo de E6-EC en las cuatro categorías emergentes.	128
Figura 16. Nivel argumentativo de E7-CN en las cuatro categorías emergentes.	135
Figura 17. Nivel argumentativo de E8-CN en las cuatro categorías emergentes.	143
Figura 18. Nivel argumentativo de E9-CN en las cuatro categorías emergentes.	150
Figura 19. Nivel argumentativo de E10-CN en las cuatro categorías emergentes.	158
Figura 20. Nivel argumentativo de E11-CN en las cuatro categorías emergentes.	165

Figura 21. Nivel argumentativo de E12-CN en las cuatro categorías emergentes.172

Figura 22. Análisis general de estudiantes I. E. El Corazón.....177

Figura 23. Análisis general de estudiantes I. E. Ciudadela Nuevo Occidente.182

Figura 24. Avance en el fortalecimiento de la competencia argumentativa, estudiantes de la I. E. El Corazón e I. E. Ciudadela Nuevo Occidente, al finalizar la intervención pedagógica.186

Agradecimientos

En reconocimiento a sus consejos y pertinentes aportes:

Omar David Álvarez Tamayo, asesor de la investigación, con aportes puntuales para lograr desarrollar con excelencia la presente tesis y por motivarnos a sobresalir en el mundo académico.

Anlly Montoya, docente acompañante durante el proceso de investigación, sus aportes oportunos dieron luz a un camino que a veces se tornaba oscuro y sin una salida cercana.

A nuestros compañeros de maestría, con énfasis en Ciencias Naturales que, con sus valiosos y pertinentes comentarios, permitieron el mejoramiento de la investigación.

Universidad de Medellín, Secretaría de Educación, por permitirnos alcanzar un logro más en nuestra formación académica a partir de su excelencia y calidad educativa.

Instituciones Educativas Ciudadela Nuevo Occidente y El Corazón, que, por medio de su colaboración constante, permitieron facilitar espacios para llevar a cabo nuestros estudios superiores.

A los estudiantes del grado 9°; razón de ser de nuestra profesión y que, con su tiempo y responsabilidad, fueron nuestra base e inspiración para desarrollar la presente tesis.

Nuestras familias, quienes, sufriendo nuestra ausencia, acompañaron con amor y motivación este proceso que demandó compromiso, esfuerzo y dedicación, incluso, fuera del hogar.

A Dios, por ser nuestro guía espiritual, llenar nuestra vida con tesón para realizar aquellas actividades en las que por momentos parecía fuésemos a claudicar y por la calidez de su compañía en aquellos días de soledad y frías noches de estudio.

Sandra Bedoya, mi esposa y Samuel Bonilla mi hijo, quienes padecieron mi abandono y sacrificaron momentos para compartir en familia, sólo y con el firme propósito de permitir mi formación académica. Desde su silencio, sentía su apoyo incondicional y la fuerza de su amor para aguantar la inclemencia de la soledad. Y como olvidar a mis viejos Fanny y Cristóbal y hermanos Carolina y Mauricio, que con el ímpetu de su amor y constante colaboración logré invertir el suficiente tiempo para culminar este nuevo proceso académico.

A Diana Caro, Mi esposa, mi novia, compañera y amiga, por haberme motivado cada día y cada noche a salir adelante, por decirme que esta meta era posible de alcanzar, por comprender mi falta de tiempo y dedicación hacia ella y darme siempre los espacios necesarios, por haberme llenado de fuerza con su amor y paciencia.

Resumen

La presente tesis busca identificar la manera como las representaciones múltiples pueden incidir en el fortalecimiento de la competencia argumentativa en estudiantes de básica secundaria.

La fundamentación metodológica en la cual se sustenta dicha tesis tiene como soporte, el enfoque cualitativo-comprensivo y, la estrategia de investigación bajo el método estudio de caso; perspectivas que orientan adecuadamente el ejercicio investigativo en el campo de la educación, porque permiten ofrecer recursos y herramientas favorables para tal actividad.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realiza un proceso de intervención pedagógica, con un enfoque investigativo, relacionado con la ley general de gases ideales, mediante la ejecución de los elementos presentados en el ciclo didáctico.

Entre tanto, en las técnicas utilizadas para el proceso de intervención se encuentran: la observación participante, el grupo de discusión y la encuesta. De manera específica se retoman como instrumentos para la construcción de los datos; la entrevista semiestructurada y la guía de preguntas.

La investigación se lleva a cabo con la participación, equitativa, de doce estudiantes de la básica secundaria, pertenecientes a las Instituciones Educativas Ciudadela Nuevo Occidente, ubicada en la comuna 60 y El Corazón, situada en la comuna 13, ambas de la Ciudad de Medellín.

En cuanto a las conclusiones, se encuentra que el uso sistemático de las representaciones múltiples posibilita una mayor comprensión de la temática ley general de gases ideales, permite alcanzar un mejor nivel argumentativo y desarrollar un lenguaje más cercano a las ciencias.

Palabras clave: Argumentación, representaciones múltiples, niveles argumentativos, secuencia didáctica.

Abstract

The present thesis seeks to identify the way how the multiple representations can influence in the strengthening of argumentative competence in students of high school.

The methodological basing on which this thesis is based, has like support the qualitative-comprehensive approach and the research strategy under the case study method, perspectives that adequately guide the research exercise in the educational field, because it offers favorable resources and tools for such activity.

Bearing this in mind, a pedagogical intervention process is carried out, with a research approach, related to the general law of ideal gases, through the execution of the elements presented in the didactic cycle.

Meanwhile, in the techniques used for the intervention process are found: the participant observation, the discussion group and the survey. Specifically, the semi-structured interview and the question guide are used as instruments for the construction of the data.

The research is carried out with the equal participation of twelve high school students from Ciudadela Nuevo Occidente, Educational Institutions, located in commune 60 and El Corazon, located in commune 13, both in Medellin city.

As for the conclusions, it is found that the systematic the use of multiple representations allows for a better understanding of the subject matter of the general law of ideal gases, and also allows for a better level of argumentation and the development of a language near to the sciences.

keywords: Argumentation, multiple representations, argumentative levels, didactic sequence.

Introducción

Diversas investigaciones se han realizado a lo largo de los últimos años en el campo de las competencias generales de aprendizaje: interpretativa, propositiva y argumentativa, así como en el estudio sobre las representaciones múltiples que llevan a cabo los docentes para la enseñanza de las ciencias, como aquellas que manejan los estudiantes en su proceso de aprendizaje. En particular, se ha centrado la atención en conocer la incidencia de las representaciones múltiples en el fortalecimiento de la competencia argumentativa, en estudiantes de básica secundaria, utilizando la temática de gases ideales como eje integrador. Cabe resaltar que la investigación, fue desarrollada dentro del plan curricular propuesto en Ciencias Naturales para las Instituciones Educativas Ciudadela Nuevo Occidente y El Corazón, las cuales se encuentran ubicadas en las comunas 60 y 13, de la capital Antioqueña. Hay que mencionar, además, la participación de doce estudiantes de noveno grado, cuya edad está entre los 14 y 15 años, quienes inicialmente cumplían con unos criterios para hacer parte del proceso de investigación y finalmente, seleccionados de forma aleatoria. El estudio fue avanzado durante el curso escolar correspondiente a 2018.

Con respecto al marco metodológico, se desarrolla el enfoque cualitativo-comprensivo; en tanto se busca comprender un fenómeno desde el punto de vista de los estudiantes y en su ambiente natural, permitiendo la interacción entre el docente investigador y el objeto estudiado –estudiantes- además de facilitar el avance de los procesos cognitivos dados entre las representaciones múltiples y el fortalecimiento de la competencia argumentativa. Así mismo, se establece como método el estudio de caso; siendo pertinente para la comprensión de una situación compleja con un pequeño grupo de estudiantes y en su contexto –el aula-.

Con respecto a las técnicas utilizadas, son pertinentes la observación participante, el grupo de discusión y la encuesta, con el fin de analizar los procesos argumentativos y establecer su relación con las representaciones múltiples. En cuanto a los instrumentos, que facilitarán la

recolección de la información; se hace uso de la entrevista semiestructurada y la guía de preguntas.

Por otro lado, se retoman algunos elementos de la investigación cuantitativa que permiten enriquecer dicha idea desde el análisis, aunque en ningún momento tiene como objetivo la exclusión o sustitución de la investigación mencionada inicialmente.

Hay que mencionar, además de lo anterior, el proceso de intervención se realiza a través de la implementación del ciclo didáctico con enfoque investigativo, como propuesta de enseñanza que permitirá el vínculo entre los conceptos relacionados de la ley general de gases ideales, las representaciones múltiples y la argumentación. De manera puntual, se establecen cuatro momentos; 1: diagnóstico y activación de saberes previos, 2: presentación de la nueva temática, 3: estructuración de nuevos conocimientos y 4: transferencia de conocimiento, quienes facilitarían la evaluación constante del fortalecimiento de la competencia argumentativa durante el proceso enseñanza-aprendizaje.

Por otro lado, se contemplan dos categorías apriorísticas para el análisis de la información suministrada por los estudiantes en las pruebas aplicadas durante los momentos 1, 3 y 4 éstas son; los *elementos del modelo argumental de Toulmin* y las *representaciones múltiples*. De igual modo, aparecen cuatro categorías emergentes: *representación de variables*, *análisis de situaciones en contexto*, *análisis lógico-matemático* y *comprensión de gráficos*. Considerando lo anterior, se logran establecer seis niveles argumentativos propuestos por los autores y en los cuales se inscriben a los estudiantes.

Finalmente, como conclusiones se logrará establecer que el uso de representaciones múltiples y el facilitar espacios dialógicos en las clases de Ciencias Naturales, pueden fortalecer la competencia argumentativa y junto a ella, alcanzar aprendizajes a profundidad.

1. Problematización

1.1. Antecedentes

A continuación, realicemos un recuento histórico del concepto de argumentación, desde el uso dado por los filósofos en sus prácticas discursivas, cuando toma valor de teoría, su incursión en el campo educativo y su relación directa e innegable con el desarrollo de otras habilidades de pensamiento a partir del establecimiento de didácticas y pedagogías activas que promuevan en los procesos de enseñanza-aprendizaje, espacios dialógicos para la co-construcción del conocimiento.

1.1.1. La argumentación.

El concepto de argumentación ha sido abordado desde hace muchos años; de acuerdo con la reseña histórica realizada por Pallas (2006); en su texto *La argumentación. Su historia a través de los filósofos*, se logra inferir el inicio y desarrollo de técnicas discursivas desde la Grecia clásica. A continuación, se detalla sobre sus aportes y la relación con la formación en la escuela. Sócrates, uno de los sofistas; puntualizó sobre el método de la mayéutica, cuyo objetivo era llegar a la solución de problemas a partir de hábiles preguntas, así que, el análisis de éstas y sus respuestas, lo dieron a conocer como iniciador de la dialéctica. El estudio de la argumentación, tiene aún su vigencia en la medida en que es importante como instrumento dialógico para llegar al conocimiento, inclusive en la actualidad es trascendental para el desarrollo de las Ciencias Naturales. Platón, le atribuye a la argumentación la propiedad de ser utilizada para defender o atacar una tesis con el propósito de llegar a la verdad, al saber. De ahí que la educación actual propenda por espacios de formación donde los estudiantes no se limiten a copiar leyes y teorías, por el contrario, busca que asuman una postura crítica y reflexiva frente a lo que se les presenta en el aula de clase; qué mejor manera que facilitar este proceso a partir del fortalecimiento de la argumentación a través de actividades curriculares dialógicas.

Aristóteles, por su parte, realiza su aporte desde el análisis del estudio de la lógica formal – inferencia, lenguaje formal y sistema deductivo- cuyo resultado es la persuasión de ciudadanos colectivos, elementos fundamentales que deben estar dentro del proceso enseñanza-aprendizaje, ya que permiten cualificar habilidades de pensamiento como el conocimiento, la comprensión, el

análisis y por supuesto, la argumentación. En definitiva, este concepto, aunque antiguo como la misma humanidad, cada vez toma más importancia para las comunidades académicas; de ahí que se presenten múltiples investigaciones en el campo educativo, con el fin de movilizar procesos cognitivos, transformar prácticas docentes y acercar a los estudiantes a un aprendizaje a profundidad. A continuación, veamos otros avances de la argumentación en Europa central.

A comienzos de los años cincuenta (1952), Perelman y otros, dan inicio a la creación de una arraigada disciplina conocida como la teoría de la argumentación –método argumentativo justificativo- el cual retoma elementos aristotélicos. Perelman en su obra *Rhétorique et philosophie*, pretendía volver a darle fuerza a la retórica clásica, en cuanto es importante la persuasión desde el uso adecuado del lenguaje. Este procedimiento, no estaba encaminado a la demostración y no separaría la dualidad retórica-argumentación. Perelman y Olbrechts-Tyteca, en su obra *Tratado de la argumentación. La nueva retórica*, plantean:

La retórica forma parte, por tanto, de la filosofía, porque ésta no contiene demostraciones sino argumentaciones; la diferencia entre filosofía y retórica es sólo de grado: mientras que la argumentación retórica va siempre dirigida a un auditorio concreto y particular, al que pretende –persuadir-, la argumentación filosófica se dirige a un auditorio ideal y universal, al que intenta convencer (Sevilla, 1989, p. 16).

Por tanto, un elemento esencial que se desprende de la actual investigación, es precisamente enseñar al estudiante a justificar y defender sus razonamientos, a la vez que refuta las conclusiones de los demás. De igual manera, logren preguntarse si una conclusión se infiere verazmente de los datos, además si los argumentos presentados por su par e incluso por el docente, resultan persuasivos, atractivos y verdaderos. Estas características también se relacionan con el trabajo de las Ciencias Naturales; por un lado, la experimentación –persuasión- como eje central de su avance y por otro, el uso de un lenguaje más apropiado que deja evidenciar los conocimientos adquiridos por los estudiantes -convencer-. Tales elementos pueden considerarse como la continuación de aquello a lo que se refería Platón con sustentar o anteponerse a una tesis.

Avanzando en lo expuesto, la evolución conceptual e importancia de la argumentación no se queda estática y en 1958 se publica el escrito titulado *the uses of argument*, cuyo autor es Stephen Toulmin, un pensador inglés que de alguna manera se apodera de este concepto en la modernidad, por eso logra llevarlo como un elemento a destacar en el campo educativo y especialmente en el estudio, comprensión y análisis de las ciencias. En su artículo, traducido por Morrás y Pineda

(2007) describe inicialmente que “la micro-estructura de un argumento desde el punto de vista aristotélico se sustenta en tres elementos: premisa menor, premisa mayor y conclusiones” (p. 131). Seguidamente, explica el esquema de un buen argumento, un modelo de 6 elementos: conclusiones, datos, cualificador modal, garantías, respaldo o sustento a las garantías y refutaciones, además, distingue de argumentos analíticos –realizados por hombres de ciencia- y los substanciales –que se miden por grado de importancia o solidez-. Sin duda, hasta ese momento nadie había centrado toda su atención en la relevancia de los argumentos como lo concibió S. Toulmin; convirtiéndolo su modelo, en uno de los pilares centrales de la presente investigación, en tanto a partir de sus componentes, se logrará identificar el nivel argumentativo de los estudiantes frente a situaciones problemáticas relacionadas con la ley general de gases ideales. A continuación, se presentan los elementos del modelo en este orden:

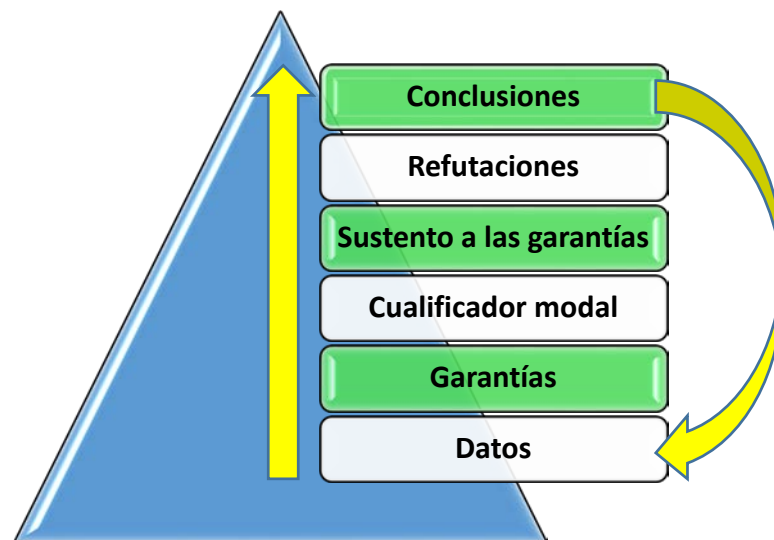


Figura 1. Elaboración propia. Orden de los elementos del modelo argumental de Toulmin en un proceso argumentativo.

Más adelante, en 1979, Rieke y Janik, en compañía de Toulmin, ahondan en el modelo argumental propuesto por este último y lo exaltan como proceso social en la construcción de conocimiento.

La argumentación, un proceso que permite la construcción social y negociación de significados, en tanto, dinámica de diálogo en la cual, para sostener una aseveración, conclusión o punto de vista, debemos: exponer razones, recibir preguntas cruzadas sobre la fuerza y relevancia de esas razones, enfrentar objeciones y quizás, modificar o matizar una afirmación o punto de vista inicial (Henaó, s.f., p. 5-6)

Actualmente, los docentes pueden utilizarlo para desarrollar en el estudiante la capacidad de análisis, el uso de un lenguaje apropiado, el aprendizaje y la argumentación. En este momento, el concepto de argumentación se vincula casi directamente a los procesos educativos, tomando un papel protagónico en el aprendizaje.

La historia de las ciencias junto a su epistemología, han sido la base fundamental para comprender el desarrollo y creciente importancia de dicho concepto, en el trabajo científico. Conforme a lo anterior se pretende establecer la relación entre las representaciones múltiples y el fortalecimiento la competencia argumentativa. De igual forma, se reconoce “la importancia del lenguaje, la conversación y la discusión, en el aprendizaje de las ciencias (Lemke 1990, Sutton 1998, Candela 1999).

Recientemente “se ha destacado el valor de la argumentación en las clases de ciencias” (Cardona y Tamayo, 2009, p. 1547). Con este enfoque, el aula debe ser un espacio por excelencia para el encuentro de ideas, razonamientos y el discurso por parte de los estudiantes, siendo los protagonistas en la cualificación de sus propias habilidades de pensamiento y el afianzamiento de la argumentación, tal cual lo hacen las comunidades científicas.

En caso contrario, Finkel (1996), dentro de sus estudios en genética, comienza a darle importancia a la solución de situaciones problemáticas, con el fin de determinar el avance cognitivo y metacognitivo de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje “la solución de problemas, en las clases de ciencias, provee a los estudiantes experiencia en la práctica de la ciencia y permite analizar qué y cómo usan los conocimientos en un determinado dominio” (Cardona, 2008, p. 18). Lo anterior, está sujeto a la perspectiva de la naturaleza de la ciencia, dando importancia al trabajo en el aula lo más cercano posible a como se hace la investigación científica. De ahí, que este estudio utilice esta metodología para presentar la temática de gases ideales, ya que tienen gran aplicación en la cotidianidad, a partir del cual, se pretende fortalecer la competencia argumentativa. Tal competencia ha sido objeto de estudio en diversidad de investigaciones, con el fin de determinar la calidad de los argumentos que los estudiantes utilizan en diferentes áreas de corte investigativo o científico como son las Ciencias Naturales ya que, la argumentación es una competencia que se debe trabajar y potenciar a nivel educativo en todos sus niveles. Cardona, (2008) expresa:

La argumentación emerge en ese espacio educativo en el debate y la solución de problemas de manera tal que se puedan determinar las líneas de pensamiento, teorías o modelos que pueden estar sujetas a evaluación por los participantes. Se trata de la construcción de

ambientes apropiados para resolver problemas auténticos (Jiménez-Aleixandre, 1998; Kelly et al., 1998). (p. 18)

Al mismo tiempo, existen investigaciones sobre la importancia del estudio de los modelos mentales y la solución de problemas en temas particulares de la Biología, en estudiantes de básica secundaria y universitarios (Moreira y Greca 1998. Galagovsky y Adúriz-Bravo 2001. Tamayo y Sanmartí 2002. Vera, Bonilla y Munares 2009. Melero 2014,) a partir de ello, estructurar metodologías pertinentes para fortalecer la argumentación. De la misma forma, desarrollar habilidades como el análisis, el trabajo en equipo, la interpretación y actitudes científicas que permiten mejorar desempeños en el aprendizaje.

Duschl (1998), describe el esquema argumental de Toulmin, como necesario para evaluar la calidad de datos, justificaciones, conclusiones, entre otras, a partir de debates, siendo las clases guiadas desde pedagogías activas. “La enseñanza de ciencias debe reflejar los rasgos de construcción mediante consenso, característicos del proceso de transformación de los datos en explicación” (p. 5). Así mismo, en los ambientes en que se desee fomentar la argumentación, es necesario modificar la evaluación, algunos elementos del currículo y el rol desempeñado por docente y estudiante.

Sardá y Sanmartí (2000), describen las virtudes de la argumentación en la enseñanza-aprendizaje de conceptos científicos:

- Favorece su comprensión, ya que es necesario relacionar los contenidos científicos con problemáticas reales.
- Estructura diferentes formas de razonamiento.
- Mejora la comprensión de la naturaleza de la ciencia.
- Potencia y beneficia la capacidad de comunicación.
- Estimula el pensamiento crítico y la capacidad de decisión.
- El diálogo argumentativo favorece el aprendizaje de los alumnos y es una herramienta fundamental en el trabajo de los grupos cooperativos (Buitrago, Mejía y Hernández, 2013, p. 34)

Otros autores como Duschl y Osborne (2002), citados en Molina (2012); establecen la necesidad de romper con las actuales prácticas educativas donde el docente es quien posee el papel protagónico y el estudiante un simple receptor de información. “El discurso áulico está ampliamente dominado por monólogos de parte de los profesores, con poca oportunidad para que los estudiantes se involucren en argumentaciones dialógicas” (p. 555), puntualizando así sobre la importancia de la argumentación como mecanismo activo que permita llegar a la construcción de modelos conceptuales, la metacognición y el uso de un lenguaje más cercano a la ciencia. De ahí,

el desarrollo de herramientas pedagógicas, así como de metodologías didácticas donde los estudiantes vean la necesidad de actuar de forma activa, propositiva, dialéctica, donde logren exponer sus puntos de vista desde la argumentación a la vez, evidenciando que reconstruyen sus modelos mentales, además perfeccionan sus modelos conceptuales.

De acuerdo a los párrafos anteriores, la actual investigación retomará procesos dialécticos, dialógicos, metodologías activas para reconocer de cierta manera las representaciones mentales y el nivel de argumentación inicial; con el fin de mejorar el proceso argumentativo en los estudiantes, a la vez que se fortalecen habilidades de pensamiento como comprender, analizar y evaluar, sin perder de vista, la construcción social del conocimiento y el papel protagónico de éste en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Van Dijk (2003), caracteriza el nivel de los buenos argumentos, si contienen a parte de los elementos establecidos en el modelo argumental de Toulmin; una organización interna de acuerdo con la microestructura, macroestructura y la superestructura, refiriéndose al discurso como herramienta para convencer y que permiten la aproximación a un lenguaje científico.

dada la naturaleza fundamentalmente verbal del discurso... requerirá también una sólida base «lingüística», entendiendo el término «lingüística» en un amplio sentido «estructural y funcional», además de incluir “las formas –gramaticales, pragmáticas, de interacción, estilísticas, retóricas, semióticas, narrativas o similares– de la organización verbal y paraverbal de los acontecimientos comunicativos (p. 146).

Jiménez-Alexandré y Díaz (2003), proponen facilitar razonamientos argumentativos en clases de ciencias mediante espacios donde se les presenten a los estudiantes situaciones problemáticas, la relación entre la teoría y la vida diaria, la discusión, la relación entre datos y conclusiones. “El razonamiento argumentativo es relevante para la enseñanza de las ciencias, ya que uno de los fines de la investigación científica es la generación y justificación de enunciados y acciones encaminadas a la comprensión de la naturaleza” (p. 361). Así mismo, parafraseando a Deanna Kuhn, las discusiones argumentadas que puedan llevarse a cabo en el aula, permitirán establecer los razonamientos argumentativos de los estudiantes, en tanto se analicen, puesto que no es posible conocer finalmente, las representaciones mentales de quien aprende.

Osborne et al. (2004); citado por Cardona (2008) “logran mejorar la calidad de la argumentación en estudiantes empleando, para su seguimiento, el modelo de Toulmin. Los autores diseñaron, además evaluaron ambientes de aprendizaje que apoyan la enseñanza y el aprendizaje

de la argumentación en un contexto científico” (p. 9). De esta forma, se resalta el valor del proceso argumentativo dentro de la enseñanza-aprendizaje de conceptos científicos, permitiendo el desarrollo de competencias cognitivas. Además, la interacción comunicativa es protagonista en la formación de los estudiantes en tanto, permite la confrontación y el sustento de explicaciones. La educación no es un hecho acabado, pasivo o simple, es, por el contrario, una construcción que se da en la medida en que se mejora la comunicación a partir de la argumentación, siempre y cuando esté planteada en el currículo, por ende, se materialice en las actividades de clase. De este modo, es importante, señalar la relevancia de la argumentación en los procesos de producción de conocimiento, y de acuerdo con la autora anteriormente citada, es necesario:

construir contextos rigurosos de argumentación, para que los estudiantes puedan reconocer los modelos que se han construido históricamente en el devenir del desarrollo de la ciencia, discutir sobre su pertinencia y relevancia y aplicarlos en los contextos particulares de acción. (Leitao y Erduran, 2000). (Cardona, 2008, p. 19)

No es simplemente enseñar los elementos que debe presentar un argumento para garantizar su validez, es el desarrollo de escenarios pertinentes para que los estudiantes vean la necesidad de socializar, discutir, analizar y evaluar situaciones que deben estar inscritas en su realidad, en su contexto, lo que llevará a reconocer verdaderamente el trabajo científico, a la vez que co-construyen el conocimiento. Por lo tanto, Henao y Stipcich (2008) de acuerdo con Osborne, Eduran y Simon (2004) sostienen que, “es importante llevar a las clases de ciencias las controversias que se dan en el ámbito de las disciplinas científicas e identificar los criterios de validez y confiabilidad con los cuales los científicos apoyan sus teorías, explicaciones, modelos y predicciones” (p. 57). Lo que implica, la construcción de actividades curriculares que potencien espacios de discusión, razonamientos y argumentación donde los estudiantes justifiquen, además respalden sus posturas.

De igual modo, Cardona (2008) establece:

Entre las estrategias para apoyar y facilitar la argumentación en las clases de ciencias, se encuentra la solución de problemas. La argumentación emerge en ese espacio educativo en el debate y la solución de problemas de manera tal que se puedan determinar las líneas de pensamiento, teorías o modelos que pueden estar sujetas a evaluación por los participantes. Se trata de la construcción de ambientes apropiados para resolver problemas auténticos (Jiménez-Aleixandre, 1998; Kelly et al., 1998). (p. 18)

Revel, Couló, Erduran, Furman, Iglesia, y Adúriz-Bravo. (2005), explican los componentes

que determinan un argumento científico: componente teórico, componente lingüístico, componente retórico y el componente pragmático, además, toman la argumentación como...

un procedimiento, equiparable a las destrezas, habilidades prácticas y, a las capacidades cognitivas, además, comunicativas necesarias para producir, evaluar y aplicar ciencia. Es probable que se trata de un procedimiento de naturaleza cognitivo-lingüística (Sanmartí, 2003), porque se apoya en habilidades cognitivas de alta complejidad, pero, al mismo tiempo, se vehiculiza a través del lenguaje oral o escrito, en textos, que entendemos como unidades de sentido. (p. 2)

Osborne (como es citado en Buitrago et al, 2013) describe:

El profesor debe crear oportunidades para que los estudiantes participen en el discurso argumentativo para dar respuestas apropiadas o hacer juicios sobre problemas científicos específicos. De esta manera se exige que potencien el uso de procesos cognitivos de orden superior, como el análisis, la evaluación y la síntesis (p. 37)

En el mismo sentido, Ruiz (2013) en su tesis doctoral sobre la caracterización y evolución de los modelos de enseñanza de la argumentación en ciencias en básica primaria, resalta la ineludible importancia de fortalecer las prácticas discursivas, desde el uso del lenguaje y la argumentación, como elementos necesarios para la comunicación dentro del aula, que permitan la construcción del conocimiento científico. De igual forma, establece dos pilares que se identifican en las investigaciones del contexto colombiano sobre argumentación.

El primero, que los estudiantes pueden lograr momentos metacognitivos en los procesos de argumentación, pues ellos son capaces de planear sus argumentos y cambiar de estrategias con el fin de convencer a sus oponentes. El segundo, hace referencia a la importancia de la modelización de los procesos argumentativos como herramienta de apoyo para mejorar las prácticas argumentativas en el aula (p. 4).

Ruiz, Tamayo y Márquez (2015.) exponen sobre “cómo promover la práctica argumentativa en las clases de ciencias” (p. 632), de acuerdo a un estudio que realizaron a una docente en su labor educativa en una institución de Manizales-Colombia; proponen una alternativa para enseñar a argumentar, además, no dejan de lado el papel de la argumentación como una actividad social que posibilita en los estudiantes la comprensión de los conceptos y teorías estudiadas, contribuyendo así, a la formación de éste, como ciudadano, ser humano crítico capaz de tomar buenas decisiones, al mismo tiempo que desarrolla habilidades cognitivas, sociales, emocionales. En definitiva, la

cualificación de los usos del lenguaje.

1.1.2. Argumentación en ciencias.

Ahora abordemos algunas investigaciones relacionadas con la argumentación y la enseñanza de las ciencias.

Candela (1991), analiza una clase de Ciencias Naturales –en el tema de sistema solar en básica primaria- cuyo contexto del desarrollo de la clase se enmarca en la interacción de los estudiantes, entre ellos con el docente, cuyo objetivo es llegar a la construcción social del conocimiento sobre el tema, destacándose explicaciones alternativas y la argumentación. En la actualidad, se presentan investigaciones didácticas que buscan potenciar la enseñanza de las ciencias desde la sustentación, permitiendo el desarrollo cognitivo para llegar al aprendizaje a profundidad, sin desligar, la interacción en el contexto educativo por medio del debate y el uso de un lenguaje apropiado. Concluye, con la importancia de consolidar un contexto interactivo para afianzar la comunicación, la argumentación, por ende, el aprendizaje.

Sardá y Sanmartí (2000), realizaron un estudio con 14 estudiantes de básica secundaria a partir de un juego de roles con cuatro métodos diferentes de conservación de alimentos, con el fin de identificar las características de un texto científico argumentativo a nivel verbal y escrito, de acuerdo a ello, proponer estrategias pedagógicas para fortalecer esta competencia en ciencias. De igual forma, encuentran importancia en que los estudiantes aprendan a seleccionar evidencias, sin dejar los argumentos fuertes o significativos, tal vez reconozcan su estructura, pero no cuenta con la suficiente validez científica.

García, Domínguez y García-Rodeja (2002), señalan la importancia de aprender a razonar y argumentar por parte de los estudiantes. En este sentido, construyen un marco referencial en el que evalúan si el currículo de Argentina permite fortalecer la argumentación, las habilidades cognitivas en enseñanza no universitaria y en facultades de educación. Sus hallazgos establecen que en realidad la argumentación es un objetivo explícito desde el punto de vista procedimental, aunque faltan avances desde lo disciplinar de las ciencias, es decir, lo pedagógico en términos argumentativos no permean la enseñanza de los saberes específicos, ya que el aprendizaje de acuerdo con los especialistas, es un proceso individual. Titánica tarea para las didácticas específicas.

En el mismo año, Campos y Cortés (2002) analizan la forma en que los estudiantes de

séptimo grado, en la asignatura de Biología con el tema evolución, construyen el conocimiento a partir de una secuencia didáctica y la interacción entre ellos de forma verbal o gestual e intertextual que conllevan a la construcción de conocimiento. Los estudiantes no tienen dificultad en pasar de la conversación a la argumentación, pero sí para pasar de este último a la explicación. Hay progreso en el conocimiento lógico-conceptual, siendo de mayor calidad en el grupo que se adaptó la secuencia didáctica desde la conversación, argumentación, explicación.

En 2007 Campaner y De Longhi, implementan una estrategia didáctica argumentativa fundamentada en juego de roles en un tema de educación ambiental en básica secundaria, cuyo objetivo, era fortalecer los argumentos y dar origen a contraargumentos por los estudiantes. Se aplica pre test, la docente enseña elementos y textos argumentativos, luego aplica un pos test, encontrando que la metodología utilizada desde la argumentación con juego de roles, fortalece las producciones escritas siendo más coherentes, completas y pertinentes.

Cardona y Tamayo (2009) en su tesis *Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a genética*, logra caracterizar los modelos argumentativos a partir de la solución a problemas sobre genética, contruidos por estudiantes universitarios. De acuerdo al análisis, frente a sus respuestas orales y escritas, se logró evidenciar la relación entre datos-conclusión, elementos mínimos que dan cuenta de la argumentación, además de proponer argumentos con base a experiencias o su propia opinión.

Islas, Sgro y Pesa (2009), abogan por una formación argumentativa en profesores de Física, rompiendo con estereotipos sobre la ciencia y consolidando la visión sobre la construcción social del conocimiento. De esta forma, los docentes que se acercan o viven en relación con la investigación científica, estarán permeados a llevar al aula, procesos dialógicos con intercambios de ideas sobre ciencia desde los debates y las argumentaciones.

Solbes, Ruiz y Furió (2010), sostienen la importancia de los debates y la argumentación en clases de Física y Química, con el propósito de mejorar dicha competencia, ya que los estudiantes de básica secundaria, se les dificulta de forma verbal, explicar, justificar, argumentar por la falta del desarrollo de habilidades cognitivas previas o de menor complejidad. A partir de los resultados en su estudio, establecen que la argumentación a través del debate, mejora tanto la actitud hacia la ciencia, como la construcción de conocimiento científico.

Betancourth y Ortiz (2011), realizan una aproximación al estado del arte sobre argumentación en ciencias tanto en Colombia como España. De acuerdo a ello, proporcionan

herramientas a docentes para que potencien dicha competencia en relación a las investigaciones realizadas entre el 2005 y 2010. En Colombia, aún el camino por recorrer es amplio, falta de reconocimiento, investigaciones y aplicación en educación de la competencia argumentativa como línea base para llegar a un pensamiento crítico y lograr construir conocimientos científicos.

Ruiz (2012) en su tesis doctoral, identifica las ideas y experiencias sobre argumentación de docentes en básica primaria, al mismo tiempo que se tiene en cuenta mejorar las prácticas educativas en torno a ésta competencia. Para lo anterior, se discuten y evalúan los modelos de enseñanza fundamentados sobre tres ejes: el epistemológico –reconocer dualidad argumentación/construcción de ciencia-, el conceptual –significado de argumentar en clase de ciencias- y el didáctico –forma de trabajar la argumentación en el salón de clase-, cuya finalidad es fortalecer la praxis docente, transformar prácticas pedagógicas y orientar el proceso enseñanza-aprendizaje desde la argumentación.

De igual forma, Archila (2012), plantea lo trascendental de incluir la argumentación en la formación inicial en profesores de ciencias. Realiza una búsqueda bibliográfica sobre el tema, encontrando que efectivamente, esta competencia es eje central en múltiples investigaciones actuales en didáctica y, por ende, en educación. Además, reconoce la importancia de la argumentación en la formación de los profesores de ciencias, quienes aprenderán a reconocer su alcance y a partir de ello, construir metodologías pertinentes donde sea el pilar principal y medio para alcanzar el aprendizaje.

Buitrago, Mejía y Hernández (2013), presentan una reflexión a partir de una revisión bibliográfica sobre las estrategias didácticas que pueden implementar los docentes en Ciencias Naturales para potenciar la argumentación en el aula de clase, siempre y cuando posean un conocimiento sobre su historia, importancia para la educación, la construcción de actividades que la potencien y como facilitador de habilidades de pensamiento complejas, entre ellas, la habilidad cognitivo-lingüística que permite establecer el conocimiento a profundidad alcanzado por los estudiantes.

En 2014 Revel, Meinardi y Adúriz, abordan la relación entre la argumentación y los temas vistos en la asignatura *Educación para la salud*, con estudiantes de básica secundaria (10°). A partir de una unidad didáctica, donde se explican los elementos de un argumento y se facilita la aplicación del modelo argumentativo, los estudiantes alcanzan aprendizajes significativos sobre contenidos científicos y la calidad en sus argumentos son cada vez mejores por su complejidad y riqueza

lingüística.

Ruiz, Tamayo y Márquez (2015), proponen un modelo para movilizar procesos argumentativos en el aula soportados en los tres ejes antes mencionados; el epistemológico, el conceptual y el didáctico porque consideran que la argumentación en tanto es proceso dialógico y facilitador de conocimientos a profundidad, debe enseñarse de forma explícita en clases de ciencias.

Pájaro, Trejos, Ruiz y Álvarez (2016), presentan el avance sobre una investigación de la relación entre la competencia argumentativa y el aprendizaje del concepto tejido muscular. Por lo tanto, describen la pertinencia del desarrollo de la competencia argumentativa en las clases de ciencias, porque permite la aprehensión de conceptos científicos y permite llegar al aprendizaje a la vez que se potencian habilidades cognitivas y comunicativas.

Pájaro y Trejos (2017), en su tesis de maestría establecen la relación entre el aprendizaje del tema tejido muscular y la competencia argumentativa, cuya metodología consistía en una secuencia didáctica –diagnóstico, intervención, cierre- encontrándose inicialmente, argumentos de nivel 1 o 2 porque los estudiantes sólo establecían datos y conclusiones. En la intervención, promueven la argumentación desde resolución de situaciones problema hasta el debate que, en resultados finales, arrojan argumentos desde el nivel 1 al 4, categorías según Osborne, Erduran y Simon (citados en Pinochet, 2015).

En conclusión, la argumentación hace parte de múltiples disciplinas que tienen por eje central el discurso, sobre todo en la educativa, donde la pedagogía y la didáctica permitan dirigir y transformar el proceso enseñanza-aprendizaje de forma pertinente. De acuerdo a lo anterior, no puede estar por fuera, obviamente, la enseñanza de las Ciencias Naturales en su componente Químico –gases ideales- desde el enfoque argumentativo, cuyo propósito es implementar estrategias pedagógicas que permitan el discurso, la socialización, el uso de lenguaje más cercano a las ciencias, el conocimiento a profundidad y la metacognición. Elementos trascendentales para mejorar las habilidades de pensamiento en los estudiantes en cualquiera de las áreas del saber, ya sean científicas o humanas, favoreciendo tanto su desempeño académico, como su papel en la sociedad actual, siendo personas más reflexivas y críticas.

1.1.3. Representaciones múltiples.

En este apartado, se describe la evolución que ha tenido el tópico sobre las representaciones

múltiples en diferentes áreas de conocimiento, tales como las Matemáticas, Ciencias Naturales, Química, entre otras.

Para Jordan (1989), los estudiantes son los protagonistas en el aprendizaje, son quienes construyen su conocimiento, de forma progresiva en interacción entre las representaciones y la información relevante que obtienen de su alrededor. Para la transformación de las representaciones, es pertinente el desarrollo de un *contexto didáctico* el cual proporcione el aprendizaje más que su madurez cognitiva. Es el contexto educativo, así como en las prácticas pedagógicas activas y didácticas las que facilitan el conocimiento.

González (1992) construye una reflexión a partir de los mapas conceptuales propuestos por J. D. Novak, como instrumentos didácticos para alcanzar el aprendizaje significativo, además, de ser considerados estrategias para ser desarrolladas por docentes y padres de familia, con la finalidad de ayudar a los estudiantes a “aprender a aprender”. Se afirma que las actuales prácticas más que potenciar el aprendizaje significativo, entorpecen este proceso y limitan el metaconocimiento. Por lo tanto, son los mapas conceptuales, una propuesta eficaz para mejorar el proceso formativo enseñanza-aprendizaje en las ciencias.

Greca y Moreira (1996), mediante un estudio piloto en estudiantes de postgrado y físicos, describen las diferentes representaciones mentales, por medio de las cuales podemos codificar la información: representaciones proposicionales; *es una representación mental que puede ser expresada verbalmente*, modelos mentales; *traducción de fenómenos externos a modelos internos* e imágenes; *productos de la percepción, representan lo perceptible*. El sujeto que aprende es porque construye un modelo mental sobre la situación o fenómeno, luego de realizar inferencias, comprender y ejecutar.

Otero (1999), realiza una contribución en enseñanza de las ciencias, donde el *razonamiento supone más que la lógica formal* y que de acuerdo con Johnson-Laird, el razonamiento se fundamenta sobre construcción e implementación de modelos mentales. Finaliza escribiendo, sobre el valor del estudio de las representaciones mentales como mecanismo para determinar cómo el estudiante pasa de un nivel de conocimiento a otro, teniendo en cuenta cuánto depende de él y cuánto se puede hacer desde la enseñanza para afianzar aprendizajes.

Costamagna (2001), argumenta sobre la importancia de la utilización de los mapas conceptuales como herramienta eficaz para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje, en tanto a partir de las representaciones internas; como organizar jerárquicamente conceptos, relacionar

conocimientos nuevos con los que ya el estudiante cuenta y desde las representaciones externas, puede dar cuenta de los aprendizajes, es decir, la comprensión conceptual de un tema en particular. Su trabajo fue realizado con 30 estudiantes universitarios en Bioquímica. En palabras del autor “los mapas conceptuales permiten evaluar la evolución del conocimiento de los alumnos constituyendo una expresión gráfica” (p. 316).

Otero, Moreira y Greca (2002), analizan cómo son utilizadas las imágenes por algunos textos de Física de tres grados escolares en básica secundaria, determinando la medida en que estas representaciones externas contribuyen al aprendizaje de fenómenos físicos. Se afirma en el estudio que quienes razonan a partir de imágenes, adquieren mejores capacidades cognitivas facilitando el proceso comprensivo de fenómenos físicos. Es necesario que se dé un trabajo de relación asociativa entre texto e imágenes para afianzar los aprendizajes de los estudiantes.

Seufert (2003), realiza una investigación con tres grupos de estudiantes universitarios sobre un tema complejo de Química, a partir del cual se utilizan estrategias pedagógicas y didácticas relacionadas con 6 tipos de representaciones –textos, imágenes y gráficos estáticos y animados-. Este contexto educativo, se conoce como entorno de aprendizaje multimedia y de acuerdo con los resultados obtenidos, el grupo que contó con ayuda para puntualizar sobre la coherencia entre las representaciones y el tema de Química, alcanzan mejores conocimientos.

Galagovsky, Rodríguez y Stamati (2003), puntualizan sobre tres niveles de pensamiento: *nivel macroscópico*; representaciones mentales constituidas por la percepción, *nivel submicroscópico*; refiriéndose a representaciones abstractas y *nivel simbólico*; que son representaciones externas. De acuerdo a ello, es complejo explicar conceptos que no son perceptibles por los estudiantes, sobrepasando la memoria de trabajo –actividad mental consciente que dirige nuestra atención sobre algo, en definitiva, dificulta el aprendizaje. El estudio que realizaron con dos grupos de estudiantes –básica secundaria y escuela técnica- a los que se les enseñó el tema de reacciones químicas, con base a los niveles de representaciones, tuvo como resultado, la necesidad de explicitar en el proceso de enseñanza-aprendizaje los niveles de pensamiento antes descritos, sin olvidar hacerlo a la luz del lenguaje cotidiano de quien aprende. Es importante el uso de expresiones y lenguajes consensuados por parte de quien enseña, así como de quien aprende.

Oliva (2004), analiza las analogías como medio para facilitar la comprensión de ciertos temas complejos, comunicarlos de forma pertinente para alcanzar el conocimiento. Las analogías,

junto al lenguaje son esenciales para la elaboración de representaciones internas y externas cuando se aprenden conceptos científicos complejos o abstractos. Así mismo, permite desarrollar aptitudes y actitudes en actividades académicas científicas donde se garantice el trabajo en equipo.

Zea y Atuesta (2004), comparten su experiencia en enseñanza básica y media, a partir del trabajo colaborativo y los mapas conceptuales como estrategias que se relacionan, además complementan para fortalecer el aprendizaje. El trabajo se sustenta en una propuesta didáctica “*conexiones*” desde el uso de las TICs.

Diez y Caballero (2004), abordan las representaciones externas basadas en metodologías de enseñanza para que los estudiantes obtengan un aprendizaje significativo en los conceptos de gen y cromosoma, considerándolas como elementos esenciales para construir representaciones mentales. Las imágenes son tomadas como algo más que simples ilustraciones, porque facilitan clasificaciones, análisis y narraciones. No obstante, está el latente cuidado de su uso para no desvirtuar la realidad.

Tamayo y Sanmartí (2005), realizan el análisis a textos escritos presentados por estudiantes de “primero de bachillerato” en el tema de respiración. El lenguaje es la principal vía en los procesos de enseñanza y aprendizaje, dando cuenta de los procesos de pensamiento, entre tanto, es instrumento simbólico por medio del cual interpretamos el mundo objetivo y lo subjetivamos. En educación, el lenguaje es el medio por excelencia para expresar pensamientos y conocimientos para alcanzarlo. Así, se propende por espacios en el aula que permitan la participación activa del estudiante en la construcción de sus propios saberes desde el discurso. Saber hablar en ciencias, implica utilizar palabras y conceptos de forma contextualizada y con una sintaxis pertinente. Parafraseando los autores, los estudiantes deben aprender a hablar del tema, saber comunicar sus ideas, explicar y argumentar para defender sus posturas.

Desde otra perspectiva, García (2005), determinó los usos que tienen las representaciones gráficas cartesianas en los textos de Física-Química y Química en escuela secundaria de España. Por un lado, reconoce la existencia de dos tipos de representaciones: mentales y externas, por otro, alcanzar la construcción y análisis de gráficas incluye el desarrollo de habilidades, pero sumadas a prácticas, donde sean involucradas desde el trabajo colaborativo como práctica social. El uso de gráficas en los libros ha de sobrepasar la descripción de fenómenos físicos, para llegar a explicar o predecir un fenómeno determinado a partir del planteamiento de situaciones problemáticas que conlleven a un trabajo intelectual.

Paralelo a los anteriores estudios, Lombardi, Caballero y Moreira (2005), efectuaron un estudio sobre representaciones no-textuales en 3 libros de Química sobre el tema equilibrio químico. Es interesante la enseñanza de las ciencias desde la multimedia, diversas representaciones unidas de forma sinérgica para mejorar la comprensión de fenómenos naturales. Se clasifican las representaciones en lingüísticas y pictóricas, que pueden trabajarse a dúo para obtener mejores resultados en el aprendizaje.

En cuanto a representaciones internas –en disoluciones-, Nappa, Insausti y Sigüenza (2005), hablan de las representaciones mentales, como fundamento para establecer mejores conocimientos, para ello, plantean que los docentes conozcan sobre el desarrollo epistemológico e histórico del concepto a enseñar. De igual forma, el uso de contraejemplos, experimentación, ejemplificaciones, entre otras, facilitan la construcción de representaciones internas más cercanas a las ciencias que se reflejarán en un mejor aprendizaje.

Teniendo presente lo anterior, Rojas (2005), a partir de la consolidación del concepto *mentefactos*, introducido por primera vez por De Zubiría, los reconoce como diagramas que pueden ser utilizados a modo de herramientas para lograr alcanzar la organización del conocimiento, puesto que es un proceso riguroso gracias a las operaciones conceptuales a realizar: *supraordinar*, *infraordinar*, *isoordinar*, *excluir*. Así mismo, trabajarlos en clase conlleva a robustecer niveles de razonamiento como la visualización/reconocimiento, análisis, deducción/clasificación y la deducción/compreensión.

García y Flores (2005), Describen las representaciones de estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia; a partir de allí, lograr plantear procesos de aprendizaje sobre el tema. Además, describen este proceso como dinámico, a su vez, complejo, entendiéndose como la interacción entre lo que ya se sabe, lo que se está aprendiendo y las representaciones, como metodología pertinente para favorecer el aprendizaje.

En 2006, García y Perales, presentan los resultados de un estudio sobre representaciones semióticas en un grupo de docentes de Química, quienes utilizan, frecuentemente, diagramas y enunciados en sus clases. Estas herramientas hacen referencia a representaciones externas, constituidas por signos, símbolos, así como cualquier tipo de gráfico que pueden y deben ser comunicadas –acción semiótica- para construir conocimiento. Dichas representaciones externas permiten ampliar, estructurar, igualmente, perfeccionar las representaciones internas conllevando a un aprendizaje a profundidad cada vez que se dé la conversión de los modelos mentales.

Finalmente, se establece la necesidad de realizar actividades donde se promueva la conversión de gráficos a textos, potenciando la capacidad de análisis e interpretación.

Por su parte, Aguilar (2006), presenta a los mapas conceptuales como una técnica que posibilita la metacognición, aparte de facilitar la enseñanza, el aprendizaje, la evaluación, así mismo, el trabajo colaborativo gracias a su complejidad que mueve procesos mentales mejorando la habilidad de análisis, interpretación, expresión lingüística y la argumentación, en tanto se socialice la construcción de este símbolo semiótico con los demás.

Tamayo (2006), presenta una conceptualización sobre la relación de las representaciones y la teoría de cambio conceptual, destacando lo trascendental de utilizar la multimodalidad para potenciar la enseñanza por parte de los docentes, también, facilitar el aprendizaje de los estudiantes, siendo ambos conscientes de las dinámicas, actitudes y roles que deben asumir. El maestro dentro de su proceso de enseñanza, ha de explicar, con el fin de hacer evidente para el estudiante, la forma de reestructurar cómo pasar de una representación a otra.

Añez, Ferrer y Velazco (2007), ejecutaron en un curso de Química, a través del trabajo colaborativo, el uso de mapas conceptuales al inicio y al final del proceso, encontrando que facilita el aprendizaje significativo, aunque aún persisten algunas limitaciones en las relaciones entre conceptos. La estrategia hace parte de teorías constructivistas, permite analizar el grado de diferenciación conceptual por parte del estudiante.

López, Saldarriaga y Tamayo (2008), realizan un estudio a las gráficas utilizadas en los libros de texto para explicar el tema enlace químico donde hacen hincapié en la importancia de las representaciones para adquirir cualquier tipo de conocimiento, aún más, cuando se hablan de fenómenos. Las representaciones, abarcan desde la simple escritura de palabras o números, hasta la construcción de gráficas, redes, diagramas, entre otros, cuya función es comunicar y expresar ideas, además de pensamientos, ampliando tanto las habilidades cognitivas, como las representaciones mentales, a su vez, permiten la economía en el tratamiento del conocimiento llegando a facilitar el aprendizaje a profundidad de temas en ciencias. De igual forma, estos autores ejemplifican las representaciones externas –representaciones semióticas-, como palabras y cualquier tipo de gráfico para expresar una idea o conocimiento, las representaciones internas, siendo todo aquello que nos imaginamos, por lo tanto, podemos recrear en nuestra mente. Las primeras, toman gran relevancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje porque “en la medida en que estudiantes y profesores empleen mayor número de representaciones de los conceptos que se

enseñan, además se aprenden, los conceptos son aprendidos con mayor profundidad. (Duval 1999, Lemke 1997, Tamayo 2006)” (p. 63). De manera que, para llegar a la comprensión de un tema determinado presentado bajo diferentes representaciones, debe movilizarse procesos de conversión y/o formación Duval (1999), lo que implica también, interpretación y con ellas, la posibilidad de facilitar el aprendizaje, Duval (2004). Sin lugar a dudas, las representaciones han tomado importancia en educación, puesto que permiten el paso de una visión unimodal –lenguaje verbal, ya sea escrito u oral- a una visión multimodal; quien utiliza a parte de las palabras escritas y verbales, todo tipo de representación externa.

Gómez (2008), aporta información sobre cómo tres recursos semióticos desde las representaciones externas –maqueta, dibujos y lenguaje oral- en estudiantes de preescolar, cuarto y quinto de primaria, en el tema de los sentidos, así mismo, del sistema nervioso, contribuyen de forma pertinente a la construcción de modelos conceptuales, además de fortalecer explicaciones, argumentación y negociación.

Distéfano, Urquijo y González (2010), diseñaron, implementaron y evaluaron una estrategia pedagógica para 34 estudiantes de pregrado en Álgebra-Matemáticas, cuyo énfasis era la enseñanza de lenguaje simbólico –símbolos matemáticos-, encontrando que cuando se utiliza este tipo de estrategia, se mejora significativamente su uso y comprensión. Para que los estudiantes puedan leer, interpretar y escribir de forma correcta los símbolos en esta área del saber, la realización de actividades donde se usen explícitamente, son primordiales.

Sánchez, Cañas y Novak (2010), presentan una reflexión sobre el uso de mapas conceptuales como estrategia didáctica para estudiantes de educación superior. Sin embargo, varios de ellos fueron renuentes a su aplicación, tal vez, por el arraigo sobre el aprendizaje memorístico. A lo anterior, se contraponen el trabajo colaborativo de aquellos que continuaron con el proceso para mejorar o reestructurar el mapa conceptual de alguno de sus compañeros. La educación universitaria, en su objetivo de formar los nuevos profesionales, debe reducir las carencias conceptuales, procedimentales y actitudinales con que llegan los estudiantes.

Díaz, Gimeno y Nappa (2011), utilizando un grupo control y otro experimental, ambos de básica secundaria en el área de Tecnología, recurriendo a imágenes en un tema determinado, se estructuran representaciones mentales que, al volver a razonar sobre ellas, facilita el aprendizaje. Las imágenes acompañadas de lenguaje –escrito o verbal- activan y proporcionan la consecución de conocimiento.

Álvarez (2011) con su tesis de maestría, lleva a cabo una investigación sobre la incidencia de las representaciones múltiples en la formación del concepto *transporte celular* en estudiantes universitarios, encontrando pertinente su utilización para transformar las ideas previas de los éstos, en conocimientos conceptuales más cercanos a las ciencias, destacando lo fundamental de las representaciones en el procesamiento de información que se constituirá en aprendizaje; acción que se desarrolla en la mente del ser humano facilitando el pensamiento y la cognición. El uso de representaciones múltiples facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje, aún más en la consolidación de conocimientos, en tanto permite la formación de conceptos, con el propósito de llegar a un aprendizaje a profundidad. No obstante, para los docentes la estrategia utilizada por excelencia, es la representación lingüística, en un segundo plano, el uso de imágenes ya que son tomadas como apoyo y no, como una actividad fundamental para desarrollar habilidades cognitivas.

En 2012 Oviedo y Kanashiro, resaltando los valiosos aportes en Matemáticas de Duval (2004), sostienen que pueden ser llevados a otras áreas del saber, se trata de potenciar actividades cognitivas como el razonamiento, la resolución de problemas y la comprensión de textos, entre otras, para ello, se requiere el uso de representaciones múltiples externas que consoliden la enseñanza, además faciliten el aprendizaje por parte de los estudiantes.

Álvarez (2014), presenta resultados de una investigación sobre la utilización de representaciones múltiples como estrategia didáctica en estudios de conceptos universitarios. Este autor, resalta las representaciones internas y externas como necesarias para el proceso de comunicación, de enseñanza, e igualmente de aprendizaje. No existe proceso de enseñanza-aprendizaje sin estar fundamentados en representaciones, por un lado, el docente ha de conocer las representaciones internas de sus estudiantes, a partir de allí, junto al uso de representaciones externas, configurar el proceso educativo. Desde el punto de vista de los educandos, éste asimila como representaciones internas lo enseñado por el docente, por lo tanto, demuestra su aprendizaje cuando lo exterioriza a partir de representaciones externas. De esta manera, las representaciones múltiples son esenciales para el afianzamiento de ejercicios cognitivos como categorización, formación de conceptos y aprendizaje a profundidad.

Álvarez y Muñoz (2015), investigan sobre las representaciones múltiples utilizadas por docentes de pregrado, al momento de enseñar cualquier tema. De acuerdo a esto, plantean a las representaciones múltiples como estrategia didáctica por excelencia para el proceso enseñanza-

aprendizaje, así mismo, tanto el docente como el estudiante, presentan representaciones internas que pueden ser traducidas, igualmente, expresadas mediante representaciones externas, ya sean de orden pictórico o lingüístico, siendo ésta última, la más utilizada. Cuando se presenta la interacción entre representaciones lingüísticas y pictóricas, se enriquecen los procesos de enseñanza, también, promueven aprendizajes a profundidad.

Un poco más adelante, Álvarez, Álvarez y Chica (2017) profundizando un poco más sobre lo anterior, pero incluyendo la evaluación, plantean que para ser coherentes con el proceso formativo desde la enseñanza hasta la valoración, las representaciones múltiples han de estar presentes, así podrían los estudiantes mejorar tres habilidades cognitivas: categorización, formación de conceptos y aprendizaje significativo, entre tanto, los maestros; innovar las prácticas educativas para transformar los ambientes escolares tradicionales.

Ainsworth (s. f.), defiende la postura en la que las representaciones externas, pueden proporcionar claras oportunidades para alcanzar nuevos y complejos conocimientos. La triada investigación en el aprendizaje, la ciencia cognitiva de las representaciones, también el constructivismo; puntualizan sobre tres aspectos que determinarían la eficacia de las representaciones: diseño de actividades curriculares, claridad en sus funciones para alcanzar el conocimiento y clase de ejercicios cognitivos que potencien habilidades de pensamiento. “Research on learning with representations has shown that when learners can interact with an appropriate representation their performance is enhanced” (p. 1).

Dürsteler (s.f.), ve en los mapas conceptuales, la facilidad de llevar a cabo, tanto el proceso de enseñanza, como el de aprendizaje, permitiendo establecer el avance que tenían los niños en conocimientos científicos. Expresa el autor, que Ausubel, consideraba que, a partir del uso de los mapas conceptuales, se facilitaba la asimilación y comprensión de conceptos. En esta misma línea, Cañas, et al., desarrollaron nuevos procesos, basados en herramientas tecnológicas para la construcción de mapas conceptuales en red, donde estudiantes de distantes edades, de forma cooperativa, llegaban a mejores conocimientos a la vez que asumen un papel activo en su proceso formativo. El mapa conceptual, permite llegar a un aprendizaje significativo, porque facilita relacionar –asimilar- la nueva información con los saberes previos con que cuenta el estudiante.

En la misma línea, Sánchez y Alarcón (s. f.) validaron el uso de editores de mapas conceptuales en escuelas de Chile con 25 docentes y estudiantes de básica secundaria y media, en ciencias, lenguaje y Matemáticas, ya que, cuando se utilizan de forma habitual, cooperativa y

eficiente, facilitan el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior; como el análisis y la negociación, favoreciendo un aprendizaje significativo.

1.2. Planteamiento del problema

Es imperante la necesidad de transformar las clases netamente magistrales y tradicionales, para lograr despertar en el estudiante el interés por el conocimiento, la motivación por aprender e iniciar el desarrollo de competencias propias, en este caso, de las Ciencias Naturales. Colombia, no es ajena a dichas problemáticas o retos a nivel educativo, puesto que los resultados en pruebas saber demuestran el bajo desempeño de los estudiantes en conocimientos relacionados con las ciencias. Este problema, posiblemente tiene su origen, por un lado, por la enseñanza tradicional que imparten muchos docentes aún en pleno siglo XXI, atestados de tecnologías y ayudas metodológicas innovadoras, por otro lado, porque los estudiantes no tienen interés de aprender, ya sea por el currículo cuadriculado, aburrido o acabado en como se presentan las ciencias o porque no ven el estudio como una alternativa viable para salir adelante.

En palabras de Luna (2015). “Entre los jóvenes se ha venido generando una postura escéptica sobre la ciencia” (p. 90). Frente a esta problemática, el MEN –Ministerio de educación Nacional- ha lanzado estrategias a nivel nacional que permiten el mejoramiento de la calidad en la educación; una de ellas, está focalizada sobre las ciencias y en particular, sobre la competencia argumentativa.

La argumentación, es una de las competencias más importantes en cualquier área del saber, porque al alcanzarla facilita el desarrollo de habilidades cognitivas como; síntesis, análisis, transferencia, interpretación, entre otras. Por consiguiente, acerca al estudiante a la metacognición y el pensamiento crítico, con el fin de propender por su desarrollo en el proceso de enseñanza-aprendizaje en las Ciencias Naturales, para lograr un aprendizaje a profundidad, es imperante conformar estrategias pedagógicas fundamentadas en las representaciones múltiples que contribuyan a su fortalecimiento. Se presenta un gran número de investigaciones sobre la argumentación en clases de básica primaria, secundaria, media, hasta la universidad, donde promueven prácticas de aula activas, cuyo papel protagónico lo asume el estudiante junto a sus pares desde el trabajo colaborativo.

En los principales estudios, sobresale la necesidad de la construcción social del conocimiento, espacios para argumentar, uso de elementos lingüísticos como medio de comunicación y hacer explícito en el currículo, el conocer, el hacer, sin desvincularse el ser desde

el punto de vista argumentativo, convirtiendo el aula en verdaderos espacios dialógicos.

En el caso específico, en Ciencias Naturales y de manera puntual, en Química con respecto al aprendizaje de la temática *ley general de gases ideales*, a los estudiantes se les dificulta analizar y comprender las gráficas, textos o el lenguaje simbólico que se le muestran y a partir de esto, lograr explicar las diferentes variables o fenómenos que las constituyen, como también las preguntas que se le puedan hacer frente al tema, aun siendo un tema de gran interés, en cuanto permite explicar fenómenos de la cotidianidad y obtener de ellos múltiples aplicaciones que facilitan la vida del ser humano. Sin embargo, la matematización del tema, estructurado sólo para realizar ejercicios de índole numérico, hace que los estudiantes sean renuentes a aprenderlo y sólo comprendan la forma mecánica de resolverlo.

Es en este momento, donde las representaciones múltiples pueden mediar el proceso de aprendizaje, en tanto pueden constituirse en herramientas pertinentes para fortalecer la competencia argumentativa, a la vez que potencia la enseñanza de procesos químicos.

Por experiencia de quienes realizan la presente investigación, la temática de gases se da muchas veces, de forma mecánica; transmisión de leyes, aplicación de fórmulas sin contextualizar dichos conceptos con lo que pasa en la cotidianidad, además, pocas veces se utilizan diagramas, gráficas y dibujos en su explicación, los estudiantes sólo tienen contacto con este tipo de representación externa, cuando se enfrentan a las evaluaciones. Así mismo, los estudiantes sólo dan cuenta de su conocimiento por medio de la realización de ejercicios escritos, dejando de lado, otro tipo de representación, los debates, el trabajo colaborativo que logren acercarlos a un aprendizaje a profundidad. Teniendo en cuenta lo anterior, se llega al planteamiento de la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la incidencia de las representaciones múltiples, en el fortalecimiento de la competencia argumentativa en estudiantes de básica secundaria sobre la temática gases ideales?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General.

Comprender la incidencia del uso de representaciones múltiples en el fortalecimiento de la competencia argumentativa a partir de la temática gases ideales en estudiantes de básica secundaria

1.3.2. Objetivos específicos.

1. Identificar los niveles argumentativos iniciales de los estudiantes de básica secundaria, a partir de las representaciones múltiples relacionadas con la ley general de gases ideales.
2. Diseñar y aplicar una secuencia didáctica fundamentada en el uso de representaciones múltiples sobre la ley general de gases ideales.
3. Analizar el nivel argumentativo alcanzado por los estudiantes, según el uso de representaciones múltiples al finalizar el proceso de intervención en el aula.

1.4. Justificación

La argumentación, como competencia a desarrollar en las ciencias, ha tomado gran fuerza hace unas décadas, más aún, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos propios de disciplinas como las Ciencias Naturales. La estrategia didáctica, fundamentada sobre el proceso argumentativo a partir de la multimodalidad, podría en gran medida facilitar contextos para el discurso dialógico, proveer de elementos que cautiven a los estudiantes a aprender, estructurar actividades dinámicas que permitan el análisis, inferencia, construcción social del conocimiento, metacognición y el aprendizaje a profundidad. De igual forma, la argumentación propicia el perfeccionamiento del lenguaje, la transversalidad del saber, la comunicación asertiva entre pares ya sea en la clase o a nivel social y familiar, por lo tanto, el alcance del pensamiento crítico.

La actual investigación, contribuirá al análisis de la utilización de representaciones múltiples desde la temática de la ley general de gases ideales, como posible mecanismo para fortalecer la argumentación, cuya aplicabilidad puede darse en contextos educativos académicos o de investigación, de orden social, cuando se perciba la necesidad de participar en la solución de problemas cotidianos.

De conformidad con lo anterior, es trascendental el estudio de los procesos enseñanza-aprendizaje desde la aplicación de situaciones que conlleven a la interacción entre estudiantes, entre ellos como pares y el docente, logrando permear las actividades curriculares con espacios para el debate, el análisis y el fortalecimiento de la habilidad cognitiva-lingüística. Sánchez,

Castaño y Tamayo (2015) plantean:

el logro de aprendizajes en profundidad está, necesariamente acompañado de procesos autorreguladores por parte de los estudiantes y las estudiantes, de allí que concluyamos que aprender a argumentar implica considerar de manera consciente e intencionada ciertas estrategias metacognitivas que se ponen en escena en el mismo acto argumentativo (p. 1154)

Con respecto a las representaciones múltiples, investigaciones actuales reconocen su utilidad para afianzar procesos cognitivos, en tanto hacen uso de variadas estrategias a nivel textual, gráfica o simbólica, lo que puede repercutir, en el aprendizaje de temas científicos con cierto grado de complejidad para los estudiantes. Así mismo, la presente investigación al identificar el nivel argumentativo de los estudiantes, estructurar una estrategia pedagógica desde el uso de representaciones, además, analizar posteriormente, el avance en esta competencia, puede ser referente para facilitar el proceso de enseñanza por parte de docentes de Ciencias Naturales.

Resulta entonces de gran importancia, buscar estrategias para facilitar el fortalecimiento de la competencia argumentativa, en tanto hace parte del pensamiento científico, a su vez, es un componente fundamental del desarrollo integral humano. En consecuencia, la competencia argumentativa, posibilitará el alcance de otras habilidades cognitivas como la comparación, clasificación, interpretación, transferencia, por supuesto, el aprendizaje a profundidad.

Lo expuesto anteriormente, evidencia para la escuela actual, la necesidad de trabajar desde diferentes metodologías y estrategias pedagógicas y didácticas -trabajo colaborativo, uso de representaciones múltiples- para el desarrollo de competencias en los estudiantes, ya que posibilitan la conformación de pequeños grupos de aprendizaje desde los cuales, pueden interpretar el mundo que los rodea. Por tanto, el fortalecimiento de la competencia argumentativa es de vital importancia en la construcción conceptual, además de brindar espacios de razonamiento que posibilita en los estudiantes, la comprensión de conceptos y teorías científicas.

2. Marco conceptual

2.1. La enseñanza de las Ciencias Naturales

La enseñanza de las ciencias es hoy día todo un reto para los docentes, en un mundo donde las tecnologías avanzan demasiado rápido y la información no deja de transitar de un lado a otro, los docentes son los llamados a evaluar, replantear los procesos de enseñanza, así poder cautivar a muchas mentes que requieren, por el mismo sistema en el que se han formado, de estar conectados e informados todo el tiempo. Si bien es cierto que bajo las didácticas tradicionales y los pocos avances tecnológicos se formaron muchas personas que hoy día ejercen en distintos campos, más aún es que hay una necesidad latente como constante de formar seres más competitivos, que vayan a la velocidad de los procesos de construcción de la ciencia, brinden posibles soluciones a los problemas que como sociedad acaecen día tras día, por supuesto promuevan los espacios para el debate y la argumentación. Parolo (como se citó en Tamayo, 2011) plantea claramente lo siguiente:

El reto de los centros educativos y en especial de las universidades es brindar experiencias que capten la atención del estudiante, es decir, diseñar estrategias que mantengan al estudiante interesado por aprender o por las respectivas asignaturas. Estas actividades, aparte de captar el interés, deben desarrollar en el alumno habilidades de orden superior como el análisis y la metacognición. (p. 27).

Siguiendo esta línea, es posible también identificar que en los últimos años la educación en Ciencias Naturales ha venido ganando importancia dentro de los procesos académicos en los distintos niveles educativos, quizá en gran parte por la necesidad actual de comprender los fenómenos que acontecen, poder afrontarlos con argumentos científicos, formar seres con un pensamiento más crítico conscientes de dichos problemas, a la vez crear una conciencia social que promueva el respeto por lo otro. En el artículo denominado *Educación en ciencias y*

argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales, Henao (2008) plantea que “la Educación en Ciencias... desde hace aproximadamente tres décadas se perfila como un saber que, con base en los conocimientos que devienen... busca comprender los procesos de enseñanza y aprendizaje, y fundamentar su innovación y cualificación” (p. 47). Tal aspecto es importante porque una de las formas de construir comunidades de aprendizaje y acercarse más a la ciencia es precisamente a través de ese ser que se preocupa por su medio natural. Aunque no solo esto es menester en los tiempos en que vivimos, razón por la cual, en este capítulo, se retoman conceptos fundamentales en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales, con el fin de mejorar los procesos académicos y aquellas habilidades que les permitan a los estudiantes integrarse de forma crítica a una sociedad cada vez más exigente.

Heisemberg (como se citó en Martín, 2002) propone, “La ciencia no nos habla de la Naturaleza: nos ofrece respuestas a nuestras preguntas sobre la Naturaleza. Lo que observamos no es la Naturaleza en sí misma, sino la Naturaleza a través de nuestro método de preguntar” (p. 59). Esto nos lleva entonces a destacar la importancia de la ciencia en la comprensión de los problemas que surgen y más que eso, es poder comprender que ésta ciencia al fundar sus explicaciones en las teorías, así como los modelos propuestos, a partir de las vivencias de una época en particular, no puede ser un constructo acabado.

La escuela, de manera particular los maestros de Ciencias Naturales, son los llamados a abrir ese mundo de explicaciones fundamentadas en los conocimientos científicos que hasta ahora numerosos estudiantes no conocen y se convierten en una de las razones por las cuales muchos de ellos explican fenómenos a partir del conocimiento cotidiano. La enseñanza de las ciencias en el aula y con una visión globalizada, debe permitir el alcance de habilidades y/o competencias que,

además de ser necesarias dentro del campo académico, lo son más en la construcción de las relaciones entre pares fuera de la escuela, en la construcción del tejido social. Generar los espacios necesarios para el debate, la confrontación de ideas, el conocimiento de otras disciplinas, un cambio en la forma de ver la ciencia es un acto que podría abrir la puerta a la elaboración de preguntas en la mayoría de las ocasiones se quedan en la mente de los estudiantes. No es solo responder, es llevarlos a la construcción de una respuesta más cercana al conocimiento científico.

Para iniciar el proceso de enseñanza de las Ciencias Naturales en el aula, es necesario en primera instancia tener en cuenta lo que saben los estudiantes; partir de los saberes previos puede aportar grandes luces al maestro sobre cuáles son los elementos más importantes que debe tener en cuenta en su discurso que pueden permitir desarrollar las competencias necesarias que posteriormente se traducirán en ideas y argumentos fundamentados en aprendizaje. Es función del maestro indagar constantemente, en los estudiantes, las ideas que tienen sobre los conceptos abordados.

Por otro lado, es menester generar espacios y desarrollar actividades de enseñanza, tal y como se ha dicho en líneas anteriores, que le permitan al estudiante alcanzar un aprendizaje a profundidad; en esta medida lo pueda llevar a la aplicación dentro de su contexto. Las actividades deben ser atractivas, es así como se propone el uso de distintas representaciones que permitan abordar los conceptos propios de las ciencias. No hay duda que el uso de representaciones como los dibujos, los mapas, gráficos, representaciones simbólicas, entre otros logran facilitar la enseñanza y en igual medida el aprendizaje (Giordan, 1989).

Después de la presentación de la nueva temática en donde el docente ha debido realizar, en palabras de Chevallard (1998) la transposición didáctica, se deben realizar otras actividades que posibiliten afianzar los conceptos desarrollados, con el propósito de llevarlos a la vida cotidiana

del estudiante. Es ardua la tarea del docente; sin embargo, cuando hay un conocimiento del objeto de estudio, se reconoce la importancia epistemológica del concepto estudiado, y repetimos, si se hace la adecuada transposición didáctica, se fortalece el proceso de enseñanza-aprendizaje. Debe quedar claro también que el estudiante es parte activa de todo este proceso. Las ideas anteriores se pueden estructurar en el siguiente esquema:

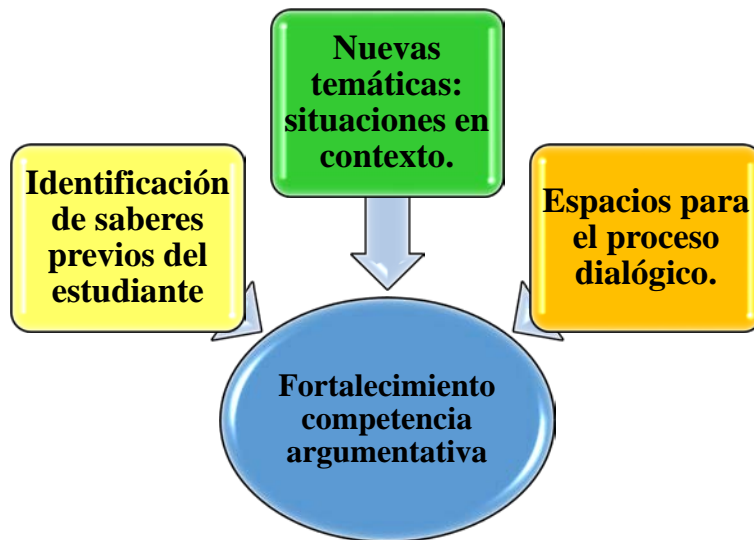


Figura 2. Momentos del proceso enseñanza-aprendizaje

Todo lo mencionado en líneas anteriores, nos debe llevar a revisar, además replantear las formas de abordar la ciencia en la escuela y a darle una mirada no positivista y mucho menos empirista. Hoy los retos de la enseñanza de las Ciencias Naturales son otros y a la par de ellos deben ir las estrategias utilizadas por el maestro. Es por esto y otros aspectos implícitos en la educación, que en el presente capítulo se abordan conceptos tan importantes en la actualidad educativa y para la enseñanza de la Ciencias como lo es la argumentación; entendiéndose ésta como una competencia de orden superior que posibilita el fortalecimiento de habilidades cognitivas y facilita llegar al pensamiento crítico; además, se hace énfasis en esta competencia desde las Ciencias Naturales para alcanzar desempeños propios de este saber, particularmente, en el componente químico. Seguidamente, se presentan algunos aspectos sobre las representaciones

múltiples y su importancia tanto en la enseñanza de las ciencias como en el aprendizaje de la misma; y finalmente, se puntualizan algunas ideas sobre la relación que se establece entre estos dos conceptos, a saber, la argumentación y las representaciones múltiples.

2.2. La argumentación en la enseñanza de las ciencias

La argumentación es un proceso cotidiano, natural, importante e inherente a los humanos. Desde aspectos de la vida diaria más rigurosos y formales -la academia, el campo laboral, etc.- hasta aquellos que no requieren de complejos procesos de construcción de conocimiento -campo informal- como una conversación entre amigos, por ejemplo, requieren de ejercicios de argumentación que no buscan otra cosa que convencer al oyente de la idea que se tiene sobre un aspecto, situación, entre otros. Diariamente hacemos procesos cercanos a argumentar, aunque en muchos casos no seamos conscientes de ello; somos seres pensantes, creyentes en un sin fin de ideas que buscamos sostener y sustentar hasta que otro argumento más válido que el propio, nos obligue a modificar lo que habíamos defendido.

En las clases de ciencias, por ejemplo, ha venido tomando mucha fuerza en los últimos años el desarrollo de la competencia argumentativa a través de la realización de diferentes actividades como los debates, las exposiciones, la observación y análisis de fenómenos para su posterior explicación, además de ejercicios de lectura y escritura, etc. Se ha entendido que argumentar no es solo un proceso para fortalecer lo académico o lo laboral; va más allá, trasciende a las familias, a los amigos, a la televisión, etc. Tanta importancia ha tomado esta competencia que, en su desarrollo conceptual, ha sido estudiada por diferentes investigadores a nivel académico y social tal como lo veremos en las siguientes líneas.

Para la Real Academia de la Lengua Española (RAE) por ejemplo, la argumentación es simplemente la “acción de argumentar”, y acto seguido definen el argumento como un

“razonamiento para convencer”. En definitiva eso es, un proceso de convencer al otro a partir de datos verificables a la luz del conocimiento científico, como es este el caso.

Driver y otros y Duschl (como se citaron en Jiménez y Díaz, 2003) consideran que la argumentación es “la capacidad de relacionar datos y conclusiones, de evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes” (p. 3). Esta capacidad, implica algunos otros ejercicios no menos complejos, establecer relación entre diferentes informaciones, evaluar la veracidad y relevancia de la misma. No cabe duda que el espacio de clases en donde convergen tantas ideas procedentes de lo empírico, lo imaginario, lo mítico. En algunos casos lo científico, es un excelente lugar para propiciar el desarrollo de esta competencia.

A la fecha muchas definiciones de argumentación se han presentado. Si se realiza un registro de dicho concepto podrá ser evidente que ha tomado una gran fuerza en los últimos años como prueba de ello se pueden identificar varias investigaciones que, entre muchas otras, pretenden identificar, el uso constante de la competencia argumentativa, al fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en la escuela. Por ejemplo, en la búsqueda bibliográfica para la elaboración de la presente investigación, se halló que “por argumentación se conoce esa capacidad de relacionar explicaciones pruebas o, en otras palabras, evaluar el conocimiento con base en las pruebas disponibles” (Jiménez, 2010, p. 11). La definición es muy interesante en la medida que permite, en primera instancia, realizar procesos evaluativos de dichas argumentaciones, posteriormente identificar y relacionar las pruebas que se tienen en las explicaciones que se dan; más adelante se podrá ver que a estos elementos Toulmin los llamó datos y conclusiones.

La argumentación en las ciencias es hoy por hoy uno de los componentes más abordados, así distintos autores, tal y como se planteaba en líneas anteriores, han dedicado sus esfuerzos a tratar de comprender cómo el desarrollo de ésta competencia puede favorecer los procesos de

enseñanza por parte del docente, también los de aprendizaje por parte del estudiante. Argumentar sobre las cosas que le interesan a la ciencia como son aquellas bien llamadas cuestiones sociocientíficas, “contribuye a pensamiento crítico y a aprender sobre la ciencia, y presenta algunas características como su carácter interdisciplinario, su relación con la vida diaria o los campos de valores sociales o éticos que hay que tener en cuenta” (Jiménez, 2010, p. 121).

Ahora bien, es importante mencionar en este punto a Stephen Toulmin (1922 – 2009), un pensador, filósofo y matemático inglés, destacado por sus interesantes ideas, así como aportes relacionados con los argumentos, cómo éstos son utilizados para justificar diversas afirmaciones que hacemos en la cotidianidad. Toulmin, se ha dado a conocer por la propuesta de un modelo argumentativo que va más allá de los silogismos y de los límites informales de la argumentación, un modelo que abarca a los procesos argumentativos formales, por ende trasciende a la vida social. Para él, el contexto en el cual se desenvuelven las personas, por tanto el medio en el cual se presentan los argumentos, los cuales son considerados muy importantes.

Toulmin, al igual que muchos otros, presentó una definición para argumento. Él, citado por Rodríguez (2004) lo define como “una estructura compleja de datos que involucra un movimiento que parte de una evidencia (grounds) y llega al establecimiento de una aserción (tesis, causa)” (p. 5).

Este modelo es una herramienta muy interesante para la enseñanza de las ciencias, no importando si apunta más a lo exacto o a lo social. Su aplicación en las clases podría generar en los estudiantes un verdadero aprendizaje toda vez que los lleva a pensar en las teorías y/o disciplinas relacionadas con las ciencias, también, pone a prueba su capacidad de convencimiento por ende, les permite el uso de datos tomados de diferentes campos para apoyar su tesis. Chamizo (2007) al respecto plantea:

He aquí una de las grandes ventajas para la enseñanza de las ciencias del modelo argumental de Toulmin, que requiere, de manera general, para alcanzar una conclusión (o como se discutirá más adelante para refutarla), el empleo coordinado de la teoría (G) y de la evidencia empírica (D). (p. 137)

En este orden de ideas, es necesario poder identificar los diferentes componentes que conforman el modelo de argumentación propuesto por Toulmin, entenderlos y aplicarlos en las clases de ciencias podría conllevar a los estudiantes hacia un aprendizaje a profundidad. Por su parte, Ruiz, Tamayo y Márquez (2015) establecen:

La argumentación en Ciencias es un proceso dialógico y una herramienta fundamental para la co-construcción de comprensiones más significativas de los conceptos abordados en el aula. Por ello, es una de las competencias que debe asumirse de manera explícita en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias. (p. 629)

En relación a lo anterior, es válido establecer que la argumentación no es una competencia que se logre desplegar en ambientes curriculares donde el docente no facilite espacios para la comunicación entre pares, con posibilidad de presentar cada uno su punto de vista, interaccionando en una pequeña comunidad de conocimiento llamada grupo o clase.

Se requiere de la refutación, la contrastación, la ejemplificación para formar argumentos, así, entrar en el debate. Para facilitar la argumentación en ciencias, el docente promoverá la construcción de un ambiente definido donde se explicita la relevancia no solo de la participación por parte de los estudiantes con todo lo que ello implique, saberes previos, representaciones mentales, historias de vida, intereses, entre otros. Igualmente, la posibilidad de comunicar sus pensamientos a través de varios mecanismos, con el fin de hacer ciencia en el salón de clases.

Es enriquecedor y conlleva a un aprendizaje a profundidad, el uso de estrategias donde se

dé vía libre a las interacciones entre estudiantes y docente-estudiante, como es el caso de clases tipo seminario, pequeños grupos de discusión o socialización de actividades. En este momento, el educador es un mediador del proceso enseñanza-aprendizaje, no se limita a dar cátedra, más bien, promueve la construcción social del conocimiento.

Promover debates y discusiones en pequeños grupos, es un medio eficaz para lograr no sólo la co-construcción de comprensiones colectivas y más significativas, sino también para facilitar la construcción de sentido sobre los conceptos y con ello la transferencia consciente de los mismos a contextos externos al aula. (Ruíz et al., 2015, p. 631)

Lo anteriormente escrito, tiene mucho de consistencia con lo planteado en teorías cognitivas en relación al aprendizaje; el lenguaje juega un papel muy importante como medio para determinar la validez y calidad del argumento que se expone en un determinado momento por parte de los estudiantes. Así mismo, el conocimiento como construcción social, demanda intercambio de significado con otras personas, donde el argumento es esencial para lograr aprendizajes concretos y a profundidad en relación a las Ciencias Naturales u otra área del saber humano.

En esta línea, sería interesante guiar los procesos de enseñanza desde escenarios que demanden el uso de la argumentación y para ello, es necesario la interacción dialógica para que se dé la negociación, el anclaje a ideas previas y, por ende, una nueva representación cognitiva de un concepto o tema específico. En palabras de Sardá y Sanmartí (2000),

Dicha actividad permite, en el estudiante, la cualificación en los usos de lenguajes, el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y emocionales, la comprensión de los conceptos y teorías estudiadas y la formación como un ser humano crítico, capaz de tomar decisiones como ciudadano. (Ruíz et al, 2015, p. 632)

De modo que, un modelo que apunte hacia el desarrollo de la competencia argumentativa

y que posiblemente se encuentre relacionado con el aprendizaje a profundidad en el área de Ciencias Naturales, debe presentar las siguientes condiciones:



Figura 3. Condiciones para desarrollar la competencia argumentativa en clase

2.3. Partes de un argumento

Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias es el nombre de un artículo elaborado por José Antonio Chamizo (2007), en el cual hace un interesante análisis a la propuesta argumentativa realizada por Stephen Toulmin y logra presentar de manera clara y detallada las características de los distintos elementos que conforman el modelo en cuestión. Para lograr su comprensión, a continuación, se presentará un esquema que integra y conecta estos elementos, acto seguido se analizará cada uno de ellos y se determinará tanto sus características como el papel que juega dentro del esquema argumentativo.

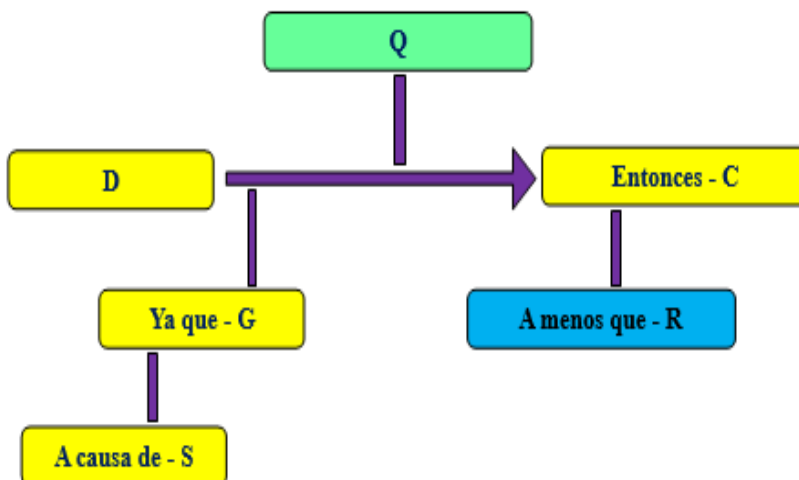


Figura 4. Esquema Modelo Argumental de Toulmin (Chamizo 2007)

En la anterior figura, esquema propuesto por Chamizo (2007), a partir de la propuesta realizada por Toulmin, se presentan los seis elementos necesarios para que un argumento sea válido y lo suficientemente fuerte para lograr convencer a los demás. Cada parte del esquema representa una idea. Las letras que lo simbolizan tienen el siguiente significado:

D: Datos. **C:** Conclusión. **Q:** Calificativo modal.
G: Garantías. **S:** Sustento. **R:** Refutación.

Vale la pena anotar que otros autores reemplazan estas palabras por algunos sinónimos; sin embargo, el esquema, la organización y la intención del mismo no varía.

Los datos (D) son todos aquellos argumentos que van a posibilitar que la tesis planteada tome validez y tenga mayor credibilidad; en este orden de ideas, los datos entran a apoyar a la tesis o conclusión (C) cuando ésta por sí sola no es suficiente. Por ejemplo, si expresamos como conclusión que “el humo expulsado por los vehículos es un gas”, entonces podemos apoyar esta idea con algunos datos como: los gases se expanden, ocupan el recipiente que los contiene, no tiene forma ni volumen, entre otros. En suma, la conclusión y los datos son ideas que van de la mano. Toulmin, (como se citó en Chamizo, 2007) describe la función e importancia de los datos y la

conclusión de la siguiente manera: “Toulmin distingue entre la conclusión (C) del argumento y los hechos a los que apelamos como sustento de nuestra conclusión, los datos (D)” (p. 137). Hacer uso sólo de una conclusión cuando se expresa una idea, puede ser considerado un nivel de argumentación muy bajo.

Por otro lado, aparecen las garantías (G), que son expresiones que se utilizan cuando los datos, para sustentar la conclusión, no son necesarios o suficientes. Estas garantías, tal como lo muestra el esquema, permiten conectar los datos con las conclusiones; en ese orden de ideas lo que hacen es entrar a apoyar a los datos para poder que la conclusión sea aceptada, con el propósito de tener una conversación basada en argumentos racionales, igualmente, lógicos se debe aceptar las garantías como apoyo a esos datos a esa conclusión. En palabras de Chamizo (2007), dichas garantías se definen como “reglas o mejor, afirmaciones hipotéticas que funcionen como puentes entre los datos y la conclusión. Estas afirmaciones suelen ser de la forma: «dados los datos D se puede aceptar que C». Toulmin llamará a estas reglas o principios, «garantías» (G)”. (p. 137). Finalmente, no se trata de vincular al argumento más datos, se trata de fortalecer dichos datos a la luz de razones implícitas. Cuando la conclusión va de la mano de unos datos que la apoyan, según Osborne, Erduran y Simon (como fueron citados en Pinochet, 2015) la persona se encuentra en un nivel 2 de argumentación.

Ahora, es oportuno hacer énfasis en los calificativos modales (Q), quienes aparecen en el esquema de Toulmin antes del juicio, su función es brindarles a las conclusiones, un nivel de seguridad de tal forma, que pueda ser más creíble a la luz de los datos presentados y de las garantías expuestas. Algunos calificativos modales pueden ser: con seguridad, seguramente, probablemente, sin duda alguna, posiblemente, entre otros. En palabras de Toulmin, los calificativos modales permiten “mostrar explícitamente el grado de fuerza que los datos confieren a la conclusión en

virtud de la garantía que se aporta. Para ello se utiliza un calificativo modal (Q)”. (Chamizo, 2007, p. 138)

Paralelamente a los calificativos modales aparecen las refutaciones (R); siendo simplemente las excepciones a la regla, ideas que contrastan con la conclusión y que por tanto pueden ir en contra de los datos. Se espera que estas refutaciones vayan en el mismo contexto dentro del cual se presentaron los datos y en esa medida como se indicó anteriormente, no se presenten malinterpretaciones durante el discurso. Estas refutaciones van directamente a las garantías y a diferencia de éstas, las refutaciones se presentan de forma explícita. Una expresión de refutación es por ejemplo “a menos que” o “salvo que”, entre otras. El uso de refutaciones según Osborne, Erduran y Simon (como fueron citados en Pinochet, 2015) les da más fuerza a los argumentos, e incluso permite ubicarlo en un nivel argumentativo más alto, entre el 3 y el 4.

Finalmente aparecen los sustentos (S). Estos apoyan directamente a la garantía y no a la conclusión. Toulmin, (citado en Chamizo, 2007) describe:

El sustento de la garantía es bien distinto a la garantía. Esta última es una afirmación hipotética que sirve como puente entre los datos y la conclusión. En cambio, los sustentos de las garantías pueden ser expresados como afirmaciones categóricas de hechos, de manera muy similar a como se presentan los datos que apoyan las conclusiones. (p. 138)

En este orden de ideas, y presentando el último elemento del modelo argumental de Toulmin, se logra completar su esquema. Sin duda alguna, el engranaje de los seis componentes puede lograr en alguna medida una comprensión y un aprendizaje a profundidad de los conceptos trabajados desde Ciencias Naturales. Es posible entonces en este punto del estudio, presentar un esquema completo de un proceso argumentativo elaborado bajo los criterios propuestos por Toulmin para el desarrollo y sustento de procesos argumentativos.

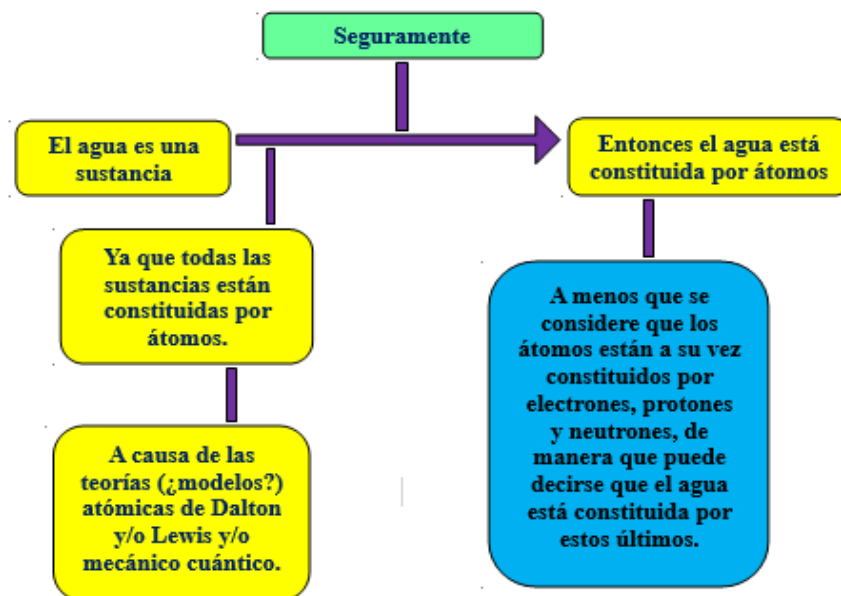







Figura 5. Esquema de un argumento bajo el modelo de Toulmin (Chamizo, 2007)

2.4. Evaluación del nivel de competencia argumentativa

Para valorar la competencia argumentativa de los estudiantes en los diferentes momentos propuestos en la secuencia didáctica (activación de ideas previas, síntesis y transferencia del conocimiento), es necesario proporcionar los elementos imperiosos que determinan una buena argumentación. De esta forma, se hace pertinente evaluar el nivel de dicha competencia, a partir del análisis realizado a las respuestas de los estudiantes, donde se logre determinar la conexión lógica o no, de los componentes de acuerdo al modelo argumental de Toulmin, además, de la diversidad de las representaciones múltiples utilizadas en sus respuestas.

De igual forma, para determinar el nivel de competencia argumentativa de los estudiantes, se tomarán como base aquellos establecidos por Osborne, Erduran y Simon (como se citaron en Pinochet, 2015) sin embargo, los autores de la presente investigación, proponen los siguientes niveles:

Tabla 1. Niveles de competencia argumentativa¹

Niveles	Descripción
0	No se evidencia proceso argumentativo porque no se presenta ningún elemento del MAT o simplemente no hay discurso.
	
1	Argumentación que se fundamenta en Conclusiones y datos
	
2	Argumentación que presentan argumentos con conclusiones, datos y garantías
	
3	Argumentación que tienen argumentos con conclusiones, datos, garantías y cualificadores
	
4	Argumentación que muestra argumentos con conclusiones, datos, garantías, cualificador y sustento a la garantía
	
5	Argumentación que manifiesta un amplio argumento con conclusiones, datos, garantías, cualificador, sustento a la garantía y refutaciones.

Fuente: Elaboración de los autores

2.5. Las representaciones múltiples en la enseñanza de las ciencias

Otro concepto que al igual a la argumentación ha ido escalando grandes peldaños con relación a su importancia y aplicabilidad en los procesos de enseñanza–aprendizaje son las representaciones múltiples. Estas se entienden como aquellas elaboraciones que tiene cualquier

¹ Niveles argumentativos basados en la adaptación de Osborne, Erduran y Simon (2004), referenciados en Pinochet (2015, p. 320)

persona y que le permite en un momento determinado poder explicar una situación que se le presenta en el campo formal o informal del conocimiento y que pueden variar de una persona a otra en su contenido, pero no en el formato representacional, Tamayo y Sanmartí, (2005). Identificar la forma en que los estudiantes comprenden y explican los fenómenos sociocientíficos a partir de las representaciones es todo un reto para el docente y en esa medida se debe convertir en un elemento motivacional para replantear las formas de abordar la enseñanza en el aula y en el caso particular la enseñanza de las Ciencias. Tanto los estudiantes como los docentes construyen distintas representaciones a partir de lo que leen, ven y viven, y a través de ellas le dan explicaciones a distintos problemas que se presentan en el campo personal y académico. En este último, pueden ser tomadas como una estrategia didáctica que posibilita la construcción de procesos educativos que a la larga se logran traducir en aprendizajes en los estudiantes. Álvarez (como se citó en Álvarez y Muñoz, 2011, 2014) considera que:

Teniendo en cuenta que la enseñanza requiere alternativas para que los estudiantes desarrollen aprendizajes significativos, las representaciones múltiples juegan un papel decisivo en la práctica docente, ya que los profesores pueden potenciar las habilidades cognitivas de los estudiantes al desarrollar un mismo tema a través de diferentes herramientas didácticas como escritos, mapas mentales, mapas conceptuales, mentefactos, entre otros (p. 2).

En la investigación titulada *representaciones sobre la utilización didáctica de las representaciones* Giordan (1989), expresa la necesidad de abordar esas representaciones desde la función docente. Se hace explícita la postura de que el maestro en su proceso de enseñanza no debe dejar pasar estas representaciones, en muchos procesos abstractas, con las que el estudiante llega al aula de clase y comienza a afrontar un sin fin de conceptos, es este caso, objetos de estudio de

las ciencias. Este autor plantea que “sabemos, con cierta seguridad, que las representaciones de los alumnos no evolucionan por simple maduración, parece cada vez más evidente que es necesario un “contexto didáctico” que facilite el aprendizaje” (Giordan, 1989, p. 54).

Por parte de los estudiantes, permiten potenciar las competencias cognitivas que conllevan al desarrollo de procesos de codificación, procesamiento e interpretación de la información que viene desde su entorno, el cual se traducirá en actos dialógicos con un enfoque crítico, además reflexivo. En palabras de Duval (como se citó en Álvarez y Muñoz, 2014), “las representaciones son el medio a través del cual el ser humano interpreta, describe la realidad y la toma en cuenta por un sistema de tratamiento, esto quiere decir que las representaciones permiten codificar la información” (p. 4)

Por otra parte, la psicología cognitiva, permite comprender la importancia de las representaciones en los procesos de enseñanza-aprendizaje, por un lado, los docentes pueden hacer uso de herramientas didácticas como esquemas, diagramas, cuadros sinópticos, mapas conceptuales/mentales, entre otros, para facilitar la comprensión de un tema determinado. Por consiguiente, los estudiantes hacen uso de ellas para dar cuenta de sus aprendizajes o de representaciones puntuales como la verbal, escrita o gráfica que en muchas ocasiones se les hace más fácil de usar.

No se debe perder de vista que las representaciones mentales son en gran medida, conectores entre las realidades externas a las que como personas estamos sometidos todo el tiempo y las realidades internas que se construyen a partir de las experiencias, en últimas, estos sistemas de símbolos posibilitan la comprensión de dichos mundos. Harrison y Treagust (citados en Diaz, y Nappa, 2011) establecen:

Aunque las representaciones mentales son en general, más simples y más incompletas que

las entidades que representan, basan su utilidad en el poder explicativo y/o predictivo que poseen, donde permite a las personas interpretar efectiva, además, adecuadamente el mundo que los rodea. (p. 109)

Comprender estas líneas y extrapolarlas a la enseñanza de las Ciencias es muy valioso porque en este campo, el uso de las representaciones se hace de manera constante, al partir de los dibujos, imágenes, diagramas, ideas y otras representaciones que se construyen, con base en los conceptos vistos, a las que se llega también debido al análisis de conceptos deja ver interpretaciones de las realidades. Desde la perspectiva de Tamayo (citado en Álvarez, 2014) “el ser humano tiene facilidad de representar internamente cualquier cosa que sea percibida por los cinco sentidos, y lo que tiene alojado en la mente lo puede expresar o comunicar por medio de representaciones externas” (p. 8).

Hoy, gracias a los estudios realizados por algunos académicos se ha podido establecer que las representaciones múltiples se hallan divididas en dos categorías, las internas y las externas. En palabras de Duval, Tamayo, Álvarez, (citados en Álvarez y Muñoz, 2014), dicho aspecto es muy importante porque “permiten clasificar tanto los sistemas de información endógenos como los exógenos que son esenciales en los procesos de enseñanza y aprendizaje” (p. 5). La clasificación propuesta es la siguiente:

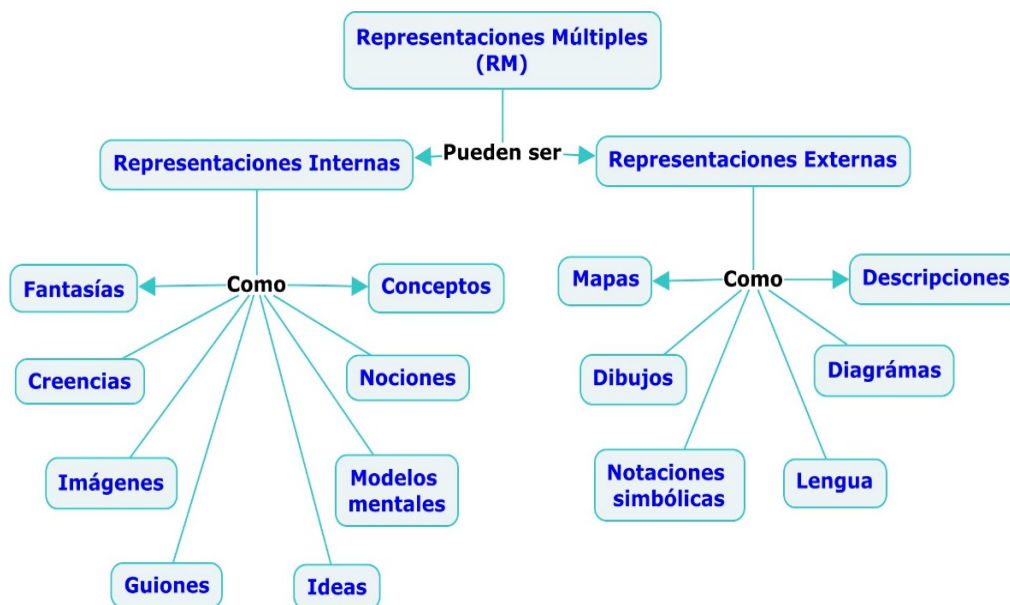


Figura 6. Clasificación de las representaciones múltiples².

Haciendo énfasis en las representaciones externas; se puede decir que son las formas como se pueden expresar las personas por medio de símbolos lingüísticos. De manera puntual:

Las representaciones externas o semióticas son formas de expresión tales como el lenguaje, los diversos sistemas de escritura, los símbolos, las gráficas, ecuaciones, tablas, que hacen parte de un sistema particular de signos y tienen la cualidad de poder convertirse a otros sistemas semióticos con significados diferentes para las personas que las utilicen. (Benítez y Valderrama, 2014, p. 25)

Las representaciones externas son de gran utilidad en el proceso enseñanza-aprendizaje, en tanto permiten exteriorizar las ideas y significados que los estudiantes pueden presentar en relación a un concepto o tema determinado, en este caso, el de la ley general de gases ideales y permitiendo posiblemente, trabajar a profundidad la competencia argumentativa. Es necesario recordar que estas representaciones externas permiten elaborar y/o transformar las representaciones internas a partir del análisis, jerarquización y categorización de la nueva información facilitando el

² Tomadas de Álvarez y Muñoz (2015, p. 125)

aprendizaje significativo Álvarez y Muñoz (2014, p. 7).

Por otro lado, las representaciones internas están relacionadas con los modelos mentales, los cuales se construyen a partir de la percepción. Este tipo de representaciones subyacen en la mente del individuo y son evocadas cuando hay falta de un significante. El trabajo realizado por los sentidos del sujeto en la construcción y/o elaboración de estas representaciones es fundamental, pues a través de ellos se logran establecer significados que surgen ante el análisis de situaciones que requieran presentar la comprensión que se tiene sobre un concepto, un objeto, entre otras. De lo anterior, se distinguen tres tipos según los análisis de Johnson-Laird (citado por Tamayo, 2006, p. 40); **las representaciones analógicas, proposicionales y modelos mentales.**

Las primeras representaciones, se relacionan con el uso de las imágenes a partir de las realidades construidas en lo subjetivo, sin dejar de lado el contexto. Las proposicionales tienen que ver con las expresiones verbales, finalmente los modelos mentales que en pocas palabras se construyen por la acción cognitiva en el ser humano y refleja las creencias de los mismos.

Queda claro entonces, que las representaciones no son ajenas a la educación, sino por el contrario, el principio y el fin del proceso formativo para los estudiantes, durante su vida académica. En este caso se presenta una problemática de gran interés para los docentes en encontrar los mecanismos adecuados para lograr la motivación de los estudiantes, así mismo, acercarlos hacia un aprendizaje que aporte al desarrollo del pensamiento crítico que les proporcione ciertas herramientas cognitivas para superar estas exigencias, como aprender a aprender, saber cómo analizar toda la información que tienen a la mano, cómo solucionar problemas de la vida cotidiana, cómo argumentar y defender sus ideas, además, cómo superar las dificultades de aprendizaje, finalmente, cómo enfrentar la apatía y desmotivación.

Es posible que una parte de la respuesta, pueda encontrarse en el estudio, comprensión y

puesta en práctica de las representaciones múltiples, como una de las estrategias didácticas que permitan potenciar el trabajo cognitivo de los estudiantes, de igual manera, provean de nuevas ideas a los docentes para enseñar lo que se supone es su pasión. En palabras de Álvarez (2011):

Animado por este propósito, el docente ha de acudir a las estrategias de enseñanza empleadas como herramientas de estudio, posteriormente de aprendizaje por parte de los estudiantes; trabajará con ellos representaciones externas o semióticas, con el fin de clarificar ideas y generar un orden específico en su proceso de aprendizaje. (p. 30)

En tanto se constituyen en un elemento fundamental para permitir la comprensión de cómo el estudiante retiene la información, la relaciona con otros conceptos porque finalmente, la aprende. Para esto, es necesario aplicar acciones y/o actividades enfocadas en sistemas semióticos en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

2.6. Incidencia de las representaciones múltiples en el desarrollo de la competencia argumentativa

Como se ha mencionado en las anteriores líneas, dos conceptos han venido aumentando su nivel de importancia e influencia en el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje. En la actualidad son objeto de estudio por muchas personas a nivel mundial. El interés en este momento, es poder identificar cómo uno de ellos, las representaciones múltiples, pueden incidir en el desarrollo de la competencia argumentativa, en esa medida, favorecer los procesos de enseñanza-aprendizaje en las aulas. Menester en este punto es destacar la función del lenguaje como eje transversal a todos estos procesos relacionados con las ciencias y a las representaciones externas e internas como forma de comunicación de los pensamientos desde los saberes de estudiantes y docentes.

Algunos autores han realizado investigaciones que vinculan algún tipo de representación

con las explicaciones que los estudiantes presentan ante diferentes situaciones; por ejemplo, Moreira (1997) considera a los mapas conceptuales como “representaciones concisas de las estructuras conceptuales que están siendo enseñadas y como tal, probablemente facilitan el aprendizaje de esas estructuras” (p. 3). Así mismo, Nilo (2007), describe:

Los mapas conceptuales son un potente instrumento de enseñanza-aprendizaje. La utilización de esta herramienta en el aula permite construir un aprendizaje significativo, proceso en el que los alumnos se convierten en auténticos agentes en la construcción del conocimiento relacionando los nuevos conceptos con los ya existentes en una estructura organizada. (p. 5)

Esta idea permite entonces establecer relación entre las representaciones que se utilizan para dar a conocer ideas y las ventajas que ofrece para la comunicación de nuestros pensamientos. En la misma línea, González y Novak y Sánchez, (como fueron citados en Sánchez y Alarcón, 2005) consideran que

...entre las ventajas más destacadas de los mapas conceptuales se encuentra que el trabajo con mapas favorece el desarrollo del pensamiento reflexivo, permite evidenciar conceptos erróneos, relaciones y asociaciones equívocas, genera una rápida retroalimentación y la visualización de los diversos matices que puede tener un significado, permite la integración conceptual, estimula la negociación de significados, y la retroalimentación positiva (p. 203).

Se logra identificar en la idea anterior, el vínculo que se establece entre la elaboración de un mapa conceptual entendiéndolo como una representación múltiple y el proceso reflexivo a que constantemente se trata de vincular al estudiante. Dicho proceso abre en el aula la posibilidad de escuchar las ideas de los educandos y en esta medida abrir un espacio para el debate, la discusión y en general desarrollar procesos argumentativos.

El componente argumentativo tal y como nos hemos propuesto justificar a lo largo de este proyecto, es inherente al aprendizaje de las Ciencias Naturales, en esta medida, debe ser un factor primordial a desarrollar en los estudiantes en los distintos niveles educativos del país. Gómez, (2008) por ejemplo, considera que “la construcción de modelos por parte de los alumnos esta mediada por la actividad que realizan (experimental, argumentativa, representacional) y por la colaboración con otros (compañeros o maestros)”, (p. 83). Se hace necesario entonces que desde las aulas se generen espacios para esa construcción de modelos que posteriormente posibiliten la interacción entre los miembros del proceso académico. Consecuentemente con lo anterior, se deben proponer actividades que inciten a los educandos a dar a conocer sus experiencias sean desde la vida cotidiana o académica, las ideas creadas desde lo argumental, desde lo experimental o desde lo representacional, deben poder tener cabida en el aula de clase brindándoles la posibilidad al estudiante de ser protagonista en su propio proceso formativo. No se puede olvidar que no es sólo tener las representaciones mentales, es tener las adecuadas.

¿Es importante para el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias comprender el papel de las representaciones? Indudablemente, sí, es importante porque a través de su comprensión se promueven cambios conceptuales y aprendizajes a profundidad que trascenderán el aula de clase. Revel, Meinardi y Adúriz (2014) expresan que “la enseñanza de la argumentación en las clases de ciencias, es decir la inclusión del lenguaje y en especial el escrito, hace posible que los estudiantes se familiaricen con ciertas particularidades de la ciencia tales como la comunicación de las ideas teóricas con un propósito persuasivo (p. 989). Esa es la idea, vincular el lenguaje en todas sus formas de expresión, sin encasillar las ideas de los estudiantes, dando las garantías para que sus argumentos sean escuchados, entre tanto, el aula se convierta en un espacio para debatir desde las ideas. Promover el uso de las representaciones múltiples en el aula y fuera de ella va a dar la

posibilidad de fortalecer la competencia argumentativa porque promueve el aprendizaje profundo, co-construye el conocimiento desde los procesos dialógicos a partir del análisis y la reflexión. Así mismo, son fundamentales en el estudiante para la construcción de conceptos científicos, posibilitando aprendizajes más pertinentes con las ciencias en la medida en que utilice varias representaciones para explicar un mismo fenómeno. Son las representaciones múltiples, lo que moviliza acciones cognitivas, puesto que a partir de ellas se enseña y se demuestra el aprendizaje en un tema particular. Álvarez (2011), establece:

Emplear una gran variedad de signos en un proceso de enseñanza llevará a que los estudiantes potencien los diferentes procesos cognitivos en los cuales se puede incluir la formación de conceptos y el aprendizaje... la enseñanza de las ciencias sugiere que para este tipo de procesos se requiere trabajar con múltiples representaciones, las cuales permitirán el desarrollo de aprendizajes a profundidad (p. 37).

3. Metodología

En el presente capítulo denominado metodología, se establecerá la relación entre todos los elementos didácticos, conceptuales y epistemológicos a tener en cuenta dentro del proceso de intervención, es uno de los apartados más importantes de la presente investigación. En él se podrán identificar inicialmente las características de la secuencia didáctica con enfoque investigativo, el cual permitirá tener claridad sobre los elementos básicos para su elaboración tales como objetivos, contenidos de aprendizaje, secuencia de actividades y evaluación; así como la descripción de cada una de los momentos de intervención. Posteriormente, se sustenta el tipo de estudio, el paradigma, las técnicas e instrumentos que permiten la recolección de información.

3.1. La secuencia didáctica con enfoque investigativo

Hoy en día, es posible identificar que los procesos de enseñanza–aprendizaje impartidos en las distintas instituciones de educación básica, media y superior, a nivel nacional e internacional tienden a centrar su atención en metodologías, de igual manera en enfoques donde los conceptos aprendidos puedan ser puestos en práctica dentro de un contexto determinado, posibilitando así un aprendizaje a profundidad. Tanto las pruebas PISA a nivel internacional como las pruebas SABER a nivel nacional, presentan a los estudiantes situaciones problemas en contexto donde éstos deben retomar los conceptos abordados en clase, también utilizarlos para darle solución a la problemática planteada. Sin duda alguna, la contextualización del conocimiento, es una forma de fortalecer lo visto, garantizar que el aprendizaje no sea memorístico sino a profundidad.

De manera específica, a menudo, las metodologías aplicadas en el proceso de enseñanza–aprendizaje de las Ciencias Naturales, especialmente en el componente químico -la ley general de los gases ideales, como es nuestro caso- se centra en dar solución a ejercicios de corte matemático, netamente cuantitativos, sin llegar a contextualizar dichos resultados con fenómenos de la vida cotidiana e impidiendo a veces al estudiante comprender su realidad. Así mismo, siendo un tema

importante con múltiples aplicaciones en la vida cotidiana, pierde sentido para quienes intentan aprender, ya que las estrategias pedagógicas empleadas, muchas veces no permiten facilitar su comprensión a través del trabajo colaborativo, reduciendo en gran medida, el trabajo activo, de socialización y de construcción del conocimiento por parte de los estudiantes.

Estas dificultades son evidentes cuando al solucionar ejercicios y problemas, los estudiantes presentan deficiencias, errores conceptuales, además la aplicación de herramientas matemáticas es confusa. Por ello, la enseñanza de las ciencias, requiere de modelos constructivistas, que buscan el aprendizaje significativo partiendo de las ideas de los estudiantes. Como lo expresa Ausubel (citado en Herrera, 2014) “Averígüese lo que el alumno ya sabe y enséñese consecuentemente” (p. 20).

De acuerdo a lo anterior, los docentes deben manejar de forma adecuada y pertinente las metodologías que actualmente están disponibles en el ámbito educativo, con el fin de favorecer el proceso de aprendizaje en los estudiantes, a la vez, que facilita el proceso de enseñanza de los docentes, generando mayor interés, motivación durante las clases, lo cual puede converger en la comprensión a profundidad de conceptos científicos.

Ahora, veamos la metodología pedagógica que guiará la presente investigación. Utilizaremos como enfoque metodológico, la construcción de una secuencia didáctica, cuya intención es estructurar el proceso enseñanza-aprendizaje en relación a la ley general de los gases ideales para estudiantes de secundaria, buscando fortalecer la competencia argumentativa. En palabras de Corrales (2009):

Una unidad de programación y actuación docente configurada por un conjunto de actividades que se desarrollan en un tiempo determinado, para la consecución de unos objetivos didácticos, que da respuesta a todas las cuestiones curriculares: al qué enseñar (objetivos y contenidos),

cómo enseñar (actividades, herramientas de enseñanza, organización del espacio y del tiempo, materiales y recursos didácticos), a la evaluación (criterios e instrumentos para la evaluación), todo ello en un tiempo claramente delimitado (p. 3)

La estructura que debe tener la secuencia didáctica para alcanzar el objetivo propuesto al inicio de la planeación curricular, es concreta y puntual, a lo cual, se asume como base la información descrita en la tabla N° 2 presentada a continuación.

Tabla 2. Elementos básicos para la elaboración de una secuencia didáctica

Elementos	Descripción
Descripción de la secuencia didáctica	Se tiene en cuenta el área y/o asignatura, el grado donde se va a desarrollar la temática, el número de clases, los momentos en que se desarrollarían las actividades, los desempeños y las competencias que deben alcanzar los estudiantes.
Objetivos Didácticos	Se establecen objetivos puntuales teniendo en cuenta los momentos de la secuencia didáctica y los aprendizajes a los que deben llegar los estudiantes en la temática abordada dando cuenta de su aplicación en contexto.
Justificación	En esta parte, se sustenta el por qué se ha seleccionado el tema y su relación con la cotidianidad, de forma que el estudiante comprenda su contexto.
Marco teórico	Explicar brevemente los contenidos que se desean enseñar y las actividades por medio de las cuales se pretende alcanzar el aprendizaje a profundidad.
Contenidos de	Seleccionar los temas pertinentes que apunten a los objetivos de

aprendizaje	aprendizaje, en orden creciente de complejidad y generalidad. Así mismo, asumir contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, como parte de un proceso integral.
Secuencia de actividades	Es importante, establecer los momentos –secuencia didáctica- que se desarrollarían para alcanzar los objetivos de aprendizaje de acuerdo con la temática elegida. No olvidar, la importancia de la identificación de ideas previas, presentación de la nueva temática, estructuración o síntesis y transferencia de conocimiento, como elementos esenciales.
Recursos	Identificar aquellos elementos necesarios para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje –como lo pueden ser las representaciones múltiples-, con el fin de potenciar el alcance de los objetivos a lo largo de la secuencia didáctica. Los recursos pueden ser tecnológicos o impresos.
Organización del espacio y el tiempo	Las actividades deben estar bien programadas, teniendo en cuenta los momentos de la secuencia didáctica y sus respectivas características, con el fin de alcanzar los objetivos de aprendizaje en el tiempo estimado para ello. De igual forma, el lugar es fundamental para lograr llevar a feliz término las diferentes actividades.
Evaluación	Es indispensable, asumir una evaluación tanto para el proceso de aprendizaje, como para el de enseñanza, logrando identificar aspectos positivos o de mejora. También, se propone una evaluación gradual para medir el impacto de los momentos en la secuencia didáctica.

Fuente: Adaptada por los autores de acuerdo con (Quiceno y Gallego, 2010, p. 2)

Es de aclarar, que la secuencia didáctica por sí sola, no desarrolla competencias de corte investigativo y argumentativo en los estudiantes. Las actividades deben ser encaminadas a que los estudiantes tomen parte activa de su proceso formativo, logren mejorar su competencia argumentativa, de igual manera, adquieran un conocimiento a profundidad.

Los autores de la presente investigación, tomando como referencia la secuencia didáctica con enfoque investigativo, construyeron el siguiente esquema donde se relaciona dicha metodología con la evaluación, cuyo fin es determinar los avances en el proceso de enseñanza-aprendizaje dando protagonismo al enfoque constructivista, incorporando, además, presupuestos epistemológicos, filosóficos e históricos de las ciencias. Además, aparecen las habilidades cognitivas de acuerdo con la taxonomía de Bloom (como se citó en Krathwohl, 2002) que deberían desarrollarse en un determinado momento de la secuencia didáctica.

De acuerdo a lo anterior, se propone una secuencia didáctica, donde se esquematizan y relacionan sus diferentes momentos con la evaluación gradual, el mejoramiento de habilidades de pensamiento, a partir de las cuales, se pretende alcanzar el fortalecimiento de la competencia argumentativa, para propender por un pensamiento crítico, la metacognición y el aprendizaje a profundidad y todo enmarcado en el uso de representaciones múltiples.

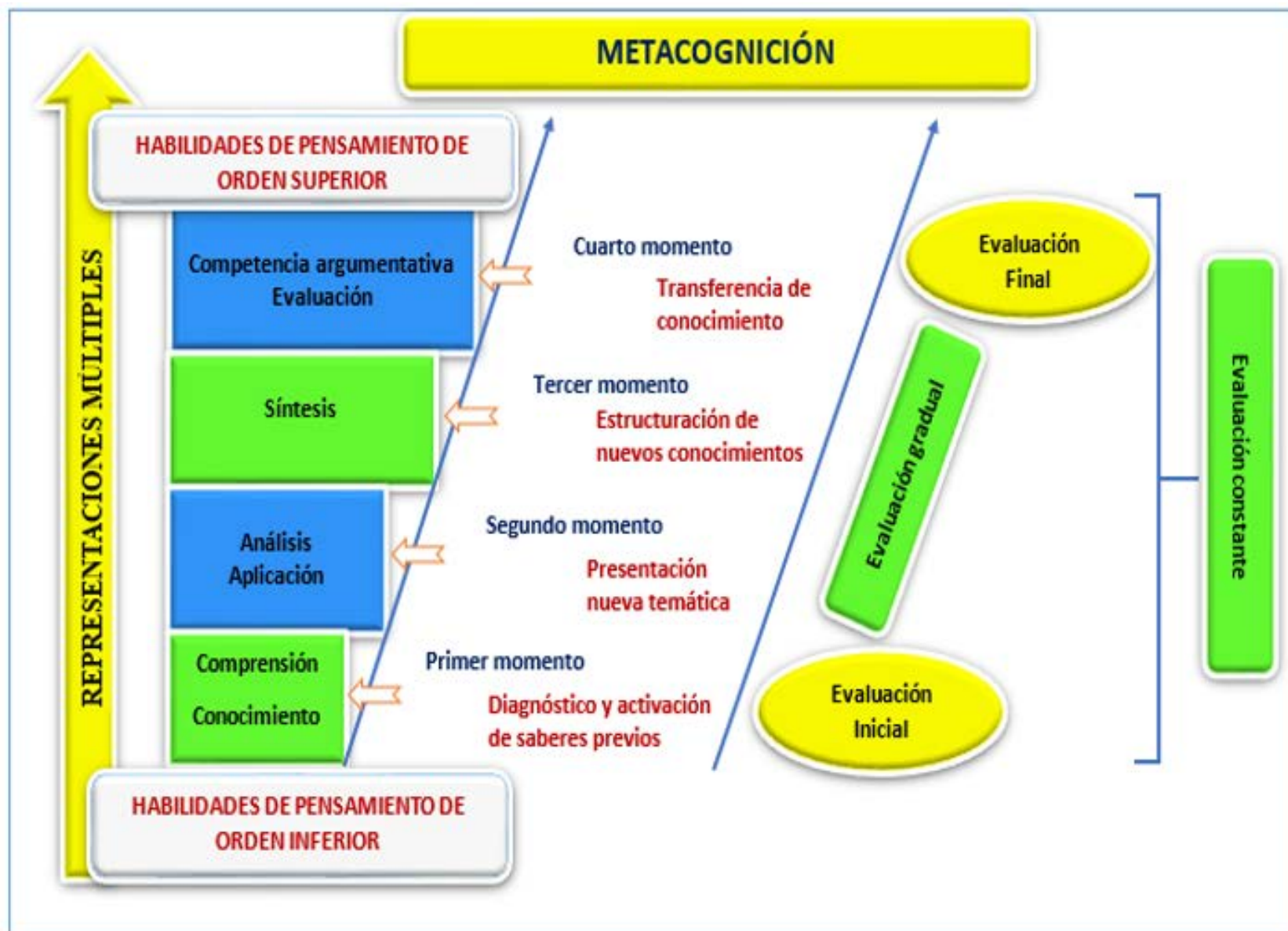


Figura 7. Momentos de la secuencia didáctica. Elaboración propia.

Sin embargo, hay algo de gran importancia que debe estar siempre presente en las actividades relacionadas con el aprendizaje, se trata de la evaluación como proceso. Para ello, se integra a la secuencia didáctica, una evaluación inicial, con el fin de identificar saberes previos o en nuestro caso, el nivel argumentativo de los estudiantes, por lo tanto, una evaluación gradual, por medio de la cual, se logre describir avances en torno a la argumentación como competencia. Para culminar, una evaluación final, permitiendo el análisis del proceso enseñanza-aprendizaje. Todo lo anterior, se desarrolla con el uso sistemático de representaciones múltiples a lo largo de la intervención pedagógica en la temática gases ideales. Seguidamente, se explican brevemente los momentos de la secuencia didáctica:

Primer momento. *Diagnóstico y activación de saberes previos*

A partir de un pre test (ver anexo 1), se pretende identificar las ideas y nociones que pueden llegar a tener los estudiantes sobre la temática gases ideales, a partir de situaciones contextualizadas, análisis lógico-matemático y de gráficos, de igual manera representación de variables.

Segundo momento. *Presentación de la nueva temática. Proceso dialógico*

Se muestran situaciones problemáticas (ver anexo 2) con la firme intención de que los estudiantes ayudados con las TIC, la experimentación y explicaciones magistrales, logren construir un conocimiento más cercano a las Ciencias Naturales.

Tercer momento. *Síntesis o estructuración de nuevos conocimientos*

Para evidenciar el progreso en el conocimiento de temas relacionados con las Ciencias Naturales -en particular de la ley general de gases ideales-, se propone una prueba escrita con experiencias contextualizadas y situaciones que se presentan al interior de la institución o en el contexto inmediato donde viven los estudiantes (ver anexo 3).

Cuarto momento. *Transferencia del conocimiento. Actividades de aplicación*

Para este instante, se desarrolla un pos test (ver anexo 4), que permitirá analizar el progreso en la competencia argumentativa de los estudiantes, de acuerdo con la temática de gases ideales, además, el uso de representaciones múltiples en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

3.2. Tipo de estudio

La presente investigación se enmarca dentro del enfoque cualitativo, porque es posible comprender las realidades del fenómeno de estudio que ha sido objeto de análisis; en nuestro caso, el fortalecimiento de la competencia argumentativa en estudiantes de secundaria. La investigación cualitativa según Sampieri (2014) “se enfoca en comprender los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto” (p. 358). Estamos entonces inmersos en una visión holística del sujeto, el cual se construye de forma constante pero que requiere de elementos como la familia, el estudio y el contexto, para hacerse integral. Por tanto, es importante tener en cuenta que los estudiantes se deben a situaciones contextuales que no podemos dejar de lado, puesto que permean el proceso de enseñanza-aprendizaje. Conforme a lo anterior, para establecer la posible relación entre las representaciones múltiples y el fortalecimiento de la competencia argumentativa en estudiantes de básica secundaria, se hace necesario comprender las dinámicas de su ambiente. A partir de esto, construir ambientes de aprendizaje más cercanos a su realidad.

La reflexión debe ser constante, basada en los hechos reales y partiendo de las particularidades de cada uno de los educandos. En palabras de Sampieri (2014) “examinar la forma en que los individuos perciben y experimentan los fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados” (p. 358) es de vital trascendencia en la investigación cualitativa. Todo individuo debe ser analizado desde su contexto histórico, su

construcción social, desde sus realidades cotidianas. Sampieri (2006), plantea que la investigación cualitativa se fundamenta en un método inductivo, en donde a partir de las características de los sujetos, se pueden establecer teorías que necesariamente no establecerán ideas generalizadas, más bien que apuntan a la solución del problema planteado o de la pregunta elaborada en un entorno específico. Así mismo, la presencia y la aceptación del investigador, no es menos importante que la de los estudiantes durante el proceso de investigación.

De acuerdo con el paradigma, la investigación es comprensiva/interpretativa, porque en el proceso de indagación no se buscan generalizaciones a partir de los resultados, la realidad es construida por los actores, presentándose una interacción entre el docente y los estudiantes –sujeto-objeto-, además se da una descripción a profundidad y con ello su comprensión del fenómeno estudiado –incidencia de las representaciones múltiples en el fortalecimiento de la competencia argumentativa en estudiantes de básica secundaria-.

El estudio se da en contexto, siendo flexible, aspecto que le facilita al investigador dentro de su interés, movilizarse en medio de los eventos y la interpretación que hace de dicho contexto. Los fundamentos metodológicos de la investigación; se centran en la reconstrucción de la realidad de los individuos que son sujetos de estudio; se espera entonces que el investigador logre realizar la lectura adecuada de ese entramado social que es tan importante para la comprensión de los contextos y de los sujetos. También, de lo expuesto en líneas anteriores, la investigación tiene un carácter comprensivo e interpretativo, pues como investigadores cualitativos, es preciso darle prioridad a la objetividad de lo observado, leído e interpretado en el contexto, pero sin perder la sensibilidad que debe caracterizar a estos procesos donde el interés no es necesariamente un resultado final sino, los procesos que se dieron para llegar a él. Además, no es el interés para los investigadores la modificación de las realidades sociales, es más importante el entendimiento de

las mismas.

El sujeto es un individuo comunicativo que comparte significados. Entre ellos/as (incluido el investigador/a) se establece una comunicación bidireccional. Los propios individuos construyen la acción interpretando y valorando la realidad en su conjunto de modo analítico-descriptivo. Desde el contexto se le da su significado pleno. (Ricoy, 2006, p. 16)

De igual forma, esta autora, describe que la investigación se construye y desarrolla desde la praxis, globalidad, integralidad e interacción de los actores, pretendiendo comprender la realidad, cuyo significado se configura desde la cultura y las particularidades del contexto donde se lleva a cabo. También “permite hacer una rigurosa descripción contextual de estas situaciones que posibilitan la intersubjetividad en la captación de la realidad, a través de una recogida sistemática de los datos que admite el análisis descriptivo” (Ricoy, 2006, p. 17).

De otro lado, se establecen algunas categorías de análisis tales como las representaciones múltiples y los elementos del modelo argumental de Toulmin, mediante las cuales, se ubicarán a los estudiantes de básica secundaria del grado noveno, en un nivel argumentativo determinado, de acuerdo con los referentes lingüísticos que utilicen en una situación determinada y luego de ser analizados e interpretados por los investigadores. El nivel argumentativo de los estudiantes se comparará según tres momentos de la secuencia didáctica a saber; exploración, con el desarrollo de un pre test, estructuración o síntesis con una prueba intermedia y transferencia o aplicación de nuevos conocimientos con un pos test; actividades que permitirán recoger información sobre la posible incidencia de las representaciones múltiples en el fortalecimiento de la competencia argumentativa.

Estos niveles argumentativos se identificarán desde la perspectiva de Osborne, Erduran y Simon (citados en Pinochet, 2015) aunque con algunas modificaciones realizadas por los

investigadores, según las representaciones múltiples (R.M), así como los elementos del modelo argumental de Toulmin (MAT) que se logren evidenciar en las respuestas a las diferentes situaciones contextualizadas. La investigación se lleva a cabo en las Instituciones Educativas Ciudadela Nuevo Occidente y El Corazón, ubicadas en la comuna 6 y 13, respectivamente, de la ciudad de Medellín.

Es importante aclarar, si bien es cierto que la investigación es de enfoque cualitativo tal como se mencionó anteriormente, para la realización de los procesos de análisis de los datos obtenidos, se tendrán en cuenta aspectos cualitativos y cuantitativos que nos ayudarán a mejorar la comprensión de los sujetos, de igual manera del fenómeno de estudio de nuestro interés.

3.3. Diseño de la investigación

En las siguientes líneas, se explicará la herramienta metodológica sobre la cual se fundamenta la presente investigación, siendo el estudio de caso, el método mediante el cual se logra registrar los comportamientos de los estudiantes, en nuestro caso, mientras realizan el proceso argumentativo.

3.3.1. Estudio de caso

Teniendo en cuenta las características de la presente investigación, los objetivos propuestos, el problema planteado, igualmente la pregunta que nos orienta; el diseño se enmarca dentro de un método estudio de caso. Este método entre otras razones, es apropiado porque se está realizando un proceso a pequeña escala, con un grupo de estudiantes. A nivel particular como mínimo, se cuenta con un tiempo corto y recursos limitados. No obstante, la rigurosidad, además de la confiabilidad no se ve afectada. Así:

un estudio de caso es un método de aprendizaje acerca de una situación compleja (como un aula en un centro escolar); se basa en el entendimiento comprensivo de dicha situación (aula), el cual se obtiene a través de la descripción y análisis de la situación, situación

tomada como un conjunto, dentro de su contexto (Murillo et al, 2010, p. 4)

Para este caso en particular, el proceso comprensivo es de total importancia, en la medida en que se relaciona de manera directa con el enfoque cualitativo de investigación, por lo tanto, a través de éste, el estudio de caso, facilita la comprensión del fenómeno estudiado dentro del mismo contexto de los estudiantes participantes de la investigación. Es menester aclarar en este punto que, para abordar una investigación desde este tipo de método, no es necesario tomar en cuenta el 100% de los participantes ya que de acuerdo con Murillo (2010),

el estudio de casos es una investigación procesual, sistemática y profunda de un caso en concreto. Un caso puede ser una persona, organización, programa de enseñanza, un acontecimiento, etc., o como se cita en el libro, un caso es “aquella situación o entidad social única que merece interés en investigación”. En educación, puede ser un alumno, profesor, aula, claustro, programa, colegio... (p. 4)

En la presente investigación, tal como se ha hecho saber, el estudio se centra en un conjunto de estudiantes que fueron tomados de forma aleatoria.

El método estudio de caso, se hace rico en la medida en que se alimenta de las propias vivencias de los estudiantes dentro de su contexto. El estar tan fuertemente basados en la realidad además de resaltar el papel del sujeto investigado, aumenta la veracidad de los datos obtenidos. Igualmente, aunque no es de nuestro interés, se abre la posibilidad de establecer ideas más generales a partir de los datos analizados, en esta medida puede llevar también a cambiar algunas prácticas comúnmente realizadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de información

Durante el desarrollo de la investigación, se aplicaron tres técnicas de recolección de información a saber: la observación participante, el grupo de discusión y la encuesta. La primera

de ellas, permite la interacción del investigador con el grupo que se va a estudiar, tanto así, que lo consideran uno más de sus miembros. Como investigador, participa de forma externa en la planeación y análisis, en cuanto a las situaciones que ocurren al interior del grupo, a nivel interno, porque participa desde sus ideas, pensamientos, y vivencias. El grupo de discusión toma relevancia ya que la argumentación se da mediante un proceso dialógico. Para este proceso, se planifica, cuidadosamente, el encuentro para garantizar el cumplimiento del objetivo pedagógico. Ésta técnica, permite la construcción de conocimiento; es pertinente para llevarla a cabo en uno de los momentos de la secuencia didáctica, en la que está fundamentada el presente estudio. Por último, la encuesta; como documento que recoge de forma organizada, por un lado, información sobre las variables que son eje central en la investigación, permitiendo la obtención de datos, siendo útiles en la descripción y predicción de un fenómeno. Por otro lado, es necesaria para conocer un poco más, en aspectos de la vida, a los estudiantes que participan del proceso de investigación, conociendo su contexto familiar, social, académico, sin dejar de lado, las motivaciones que los mueven en su realidad.

En cuanto a los instrumentos para recolectar la información, se utiliza la entrevista semiestructurada y la guía de preguntas, desde la primera, es posible tener un acercamiento más puntual con los sujetos de estudio, de esta manera lograr una visión pertinente de su contexto. La entrevista semiestructurada, es adecuada, entre otras cosas y en palabras de Sampieri (2006) porque, “se basa en una guía de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información sobre los temas deseados (es decir, no todas las preguntas están predeterminadas)” (p. 418); lo cual permite una interacción más real con el sujeto entrevistado. Cabe resaltar que es importante su uso porque es posible establecer un diálogo un poco más abierto, en esa medida, podría permitir obtener

información, a través de una entrevista estructurada en su totalidad, quedaría en manos del entrevistado y no del entrevistador.

Con relación a la guía de preguntas, permite avanzar en la obtención de datos antes, durante y después de la intervención pedagógica, así como, didáctica, facilitando el posterior análisis de los mismos, con el fin de evidenciar dificultades o progresos de los estudiantes y docentes, en relación al proceso de enseñanza-aprendizaje en el tema de la ley general de gases ideales, como medio para fortalecer la argumentación a partir del uso de representaciones múltiples.

Para culminar, es preciso determinar los tipos de preguntas para guiar de la mejor manera la recolección de información, tal es el caso de preguntas analíticas –son precisas para la excelencia en el pensamiento-, preguntas conceptuales simples –permiten comprender los significados de las palabras, desde, cómo se pueden aplicar apropiadamente a fenómenos (definir elementos relacionados con el modelo argumental de Toulmin)-, preguntas conceptuales complejas -abren la discusión-, preguntas evaluativas –para determinar el valor o calidad del proceso-.

3.5. Validez

Para garantizar una obtención de datos más reales y claros, es importante que los instrumentos utilizados garanticen el alcance de los objetivos propuestos en la investigación. Para este caso en particular, los instrumentos utilizados fueron sometidos a validación de expertos, de igual manera, fueron evaluados por un grupo de personas expertas en evaluar la viabilidad, pertinencia y coherencia con relación a los objetivos trazados. En primera instancia, fue enviado a validación el instrumento de identificación de ideas previas, siendo modificado a la luz de las sugerencias y recomendaciones realizadas por los evaluadores, posteriormente, fue puesto en práctica con el grupo de estudio. Más adelante, fue enviada la secuencia didáctica con la cual se realizó el proceso de intervención, una vez realizadas las modificaciones sugeridas, queda aprobada

por los expertos y lista para ser aplicada en el aula, obteniendo entonces un instrumento adecuado, coherente y enfatizado en el alcance de los objetivos propuestos, entre ellos, identificar la incidencia de las representaciones múltiples en el fortalecimiento de la competencia argumentativa en estudiantes de básica secundaria y cuyo eje integrador es la temática gases ideales.

3.6. Unidad de trabajo

La presente investigación, se llevó a cabo con estudiantes pertenecientes al grado 9° de educación básica secundaria de las instituciones educativas; Ciudadela Nuevo Occidente y El Corazón, ambas ubicadas en la ciudad de Medellín en la comuna 6 y 13, respectivamente. En la primera institución, se encuentran 4 grupos de 9° y en la segunda 2 grupos. De cada institución se seleccionó un grupo conformado por 40 estudiantes aproximadamente para la intervención pedagógica, sin embargo, para el proceso de análisis sólo se tendrán en cuenta 6 estudiantes de cada grupo, para un total de 12.

La selección de la muestra responde a los intereses de los investigadores y, a la facilidad de entrada al grupo de estudio ya que se desempeñan como docentes de Ciencias Naturales en cada uno de esos grados. De igual forma, no es el interés de la investigación cualitativa tener una muestra que sea representativa estadísticamente de la población. Sampieri (2014) plantea:

En los estudios cualitativos el tamaño de muestra no es importante desde una perspectiva probabilística, pues el interés del investigador no es generalizar los resultados de su estudio a una población más amplia. Lo que se busca en la indagación cualitativa es profundidad.
(p. 384)

En este orden de ideas, contar con 12 estudiantes para el proceso de análisis de datos es pertinente, por lo tanto, en ningún momento contradice los argumentos e ideas fundamentadas desde la investigación cualitativa.

Por otro lado, se selecciona un número de estudiantes acorde a las condiciones de tiempo, recursos y capacidad de análisis de datos recolectados, lo cual garantiza una mayor comprensión del fenómeno y en esa medida, un mayor alcance de los objetivos propuestos.

Se tiene en cuenta, además, algunas condiciones tales como: pertenecer al grado 9° de las instituciones educativas mencionadas en líneas anteriores, tener el deseo de participar en el estudio, contar con la disponibilidad para trabajar en las sesiones de intervención extracurriculares y comprometerse con el proceso de investigación. Mertens (citado en Sampieri, 2014), establece:

en el muestreo cualitativo es usual comenzar con la identificación de ambientes propicios, luego de grupos y, finalmente, de individuos. Incluso la muestra puede ser una sola unidad de análisis (estudio de caso). La investigación cualitativa, por sus características, requiere muestras más flexibles. La muestra se va evaluando y redefiniendo permanentemente. (p. 386)

Así, “es decisión de los investigadores tomar un número determinado de estudiantes para conformar la unidad de trabajo, siempre y cuando sea pertinente para lograr los objetivos de investigación, tomando en cuenta criterios de rigor, estratégicos, éticos y pragmáticos” (Sampieri, 2014, p. 384).

3.7. Unidad de análisis

Para efectos de esta investigación, se busca determinar la incidencia de las representaciones múltiples en el fortalecimiento de la competencia argumentativa en estudiantes de básica secundaria de dos instituciones oficiales de la ciudad de Medellín, a partir del estudio de la temática ley general de gases ideales. El proceso argumentativo en palabras de Jiménez Aleixandré (2010), se considera como una capacidad que desarrollan las personas que les permite establecer relaciones entre las pruebas de un fenómeno y/o suceso, las explicaciones que dan sobre los mismos. Esto se

evidencia entonces a través del uso de un lenguaje más cercano a la ciencia, así mismo, el manejo en el discurso de elementos técnicos que permitan la comprensión del suceso objeto de estudio. Es necesario entonces, en este punto, dejar claro la visión que se tiene frente a las dos categorías que orientan el presente estudio; las representaciones múltiples y el modelo argumental de Toulmin, ambos, vistos desde una relación intrínseca. La primera de ellas, hace referencia a modelos y/o esquemas sobre los cuales se apoyan los estudiantes para dar explicaciones y comprender mejor una situación en particular. De ahí que, para determinar hasta qué punto su uso sistemático en el proceso enseñanza-aprendizaje logra fortalecer, la competencia argumentativa, es necesario identificar los elementos del modelo argumental de Toulmin –segunda categoría- utilizados por los estudiantes al momento de justificar sus razonamientos.

Hay que mencionar además, el protagonismo de las representaciones múltiples a lo largo de la secuencia didáctica que junto a los elementos del modelo argumental de Toulmin, permitirán establecer el nivel argumentativo en el cual se encontrarían los estudiantes, en tres momentos claves de la misma: primer momento, con la aplicación de un pre test para identificar las ideas previas y nivel argumentativo inicial, en el tercer momento, por medio de una prueba escrita para determinar el avance en la competencia argumentativa, por último, un cuarto momento con la aplicación de un pos test para establecer en primera instancia, el progreso de los estudiantes en su competencia argumentativa e igualmente, la incidencia de las representaciones múltiples para el alcance de la misma.

4. Análisis y discusión

A través de este apartado, se podrán encontrar los análisis realizados a cada uno de los instrumentos – prueba inicial, estructuración y síntesis y prueba final - aplicados durante algunos momentos de intervención en las dos instituciones educativas; El corazón y Ciudadela Nuevo Occidente. Se ha realizado un análisis a cada una de las pruebas desarrolladas por los estudiantes, teniendo en cuenta dos categorías: los elementos del modelo argumental de Toulmin y las representaciones múltiples. Retomando lo anterior, surgieron cuatro categorías emergentes establecidas así: representación de variables, análisis de situaciones en contexto, análisis lógico matemático y comprensión de gráficos, las cuales permitirán establecer el nivel argumentativo durante el desarrollo de la secuencia didáctica. Luego, se realiza un análisis por institución en donde se retomarán los hallazgos más representativos de cada una, posteriormente se llevará a cabo un análisis entre las dos instituciones, con el fin de generar una visión general del proceso de análisis, se presenta el siguiente esquema:

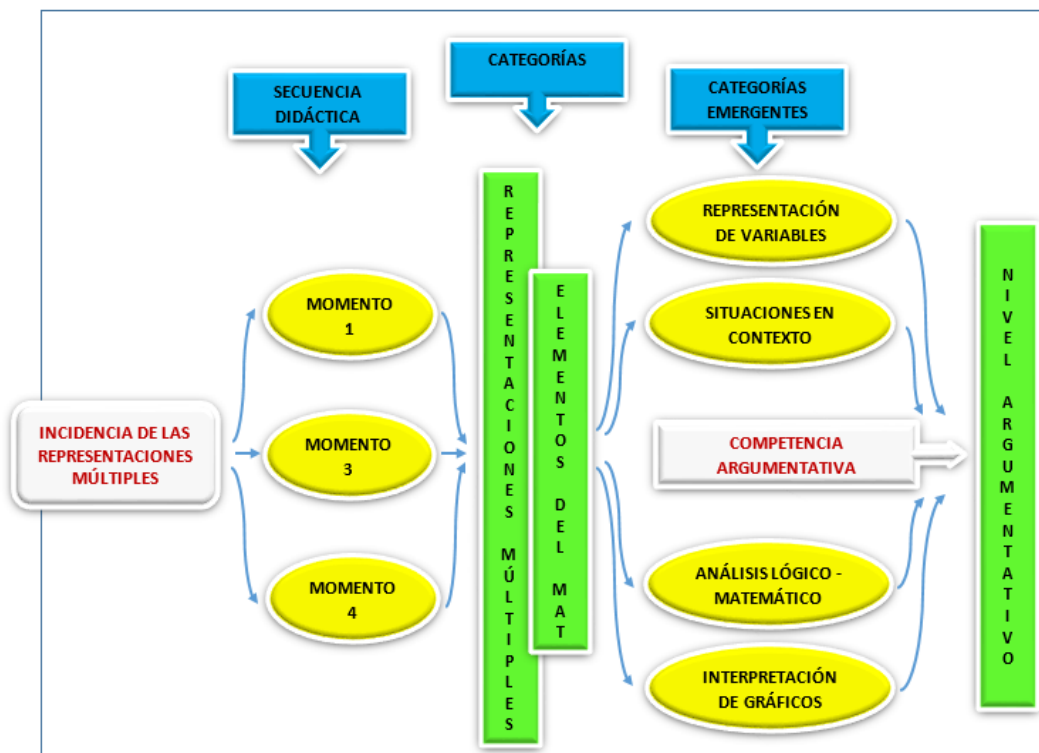


Figura 8. Elementos generales a tener en cuenta para el análisis de la información

Son pilares esenciales para el análisis de esta investigación los elementos propuestos en el modelo argumental de Stephen Toulmin, (en adelante MAT) de acuerdo con la traducción realizada por Morrás y Pineda (2007) y, con Chamizo (2007) quien propone un orden para presentarlos en un argumento así: conclusiones (C), datos (D), garantías (G), cualificador modal (Q), sustento a las garantías (S) y refutaciones (R), y los niveles argumentativos traducidos y adaptados de Osborne, Erduran y Simon (como se citaron en Pinochet, 2015). De acuerdo a lo anterior, los autores de la presente investigación, proponen los siguientes niveles argumentativos:

Tabla 3. Niveles argumentativos. Elaboración propia

NIVELES	DESCRIPCIÓN
0	No se evidencia proceso argumentativo porque no se presenta ningún tipo de discurso.
1	Argumentación que se fundamenta en Conclusiones y datos
2	Argumentación que presentan argumentos con conclusiones, datos y garantías
3	Argumentación que tienen argumentos con conclusiones, datos, garantías y cualificadores
4	Argumentación que muestra argumentos con conclusiones, datos, garantías, cualificador y sustento a la garantía
5	Argumentación que manifiesta un amplio argumento con conclusiones, datos, garantías, cualificador, sustento a la garantía y refutaciones.

El orden que se ha establecido en líneas anteriores, surge a partir de la lógica sobre la cual se construyen los argumentos, es decir, en donde inicialmente se plantean las conclusiones o afirmaciones que pretendemos defender. Estos juicios, se sustentan con el segundo elemento que aparece en el argumento; los datos, lo cual permite ubicar al argumento en un primer nivel. Seguidamente, para darle más fuerza a los datos cuando estos no son suficientes aparecen las garantías, como un tercer elemento. Se identifica hasta este momento a la conclusión, los datos y las garantías lo cual representa un nivel dos en el proceso argumentativo, sin embargo, aun existiendo el argumento, puede no ser lo suficientemente fuerte para lograr convencer a quien nos escucha o nos lee, por lo tanto, se hace necesario proponer un cuarto elemento denominado cualificador modal, cuya función es darle un mayor nivel de fuerza y/o credibilidad a los datos con miras a defender la conclusión, en este caso el proceso argumentativo ha alcanzado un nivel tres.

Posteriormente, debe aparecer el sustento a la garantía, entendiéndose éste como aquel componente teórico sobre el cual se fundamenta la garantía, debe entonces comprenderse que el sustento apoya directamente a la garantía y no a los datos per sé. Su aplicación logra ubicar al argumento en un nivel cuatro. Finalmente, y para lograr alcanzar el último nivel en el proceso argumentativo, es necesario establecer una refutación y/o excepción a las ideas que se han planteado.

En este punto, es importante establecer la incidencia que ha tenido el desarrollo de actividades fundamentadas en las representaciones múltiples (en adelante R.M) para el fortalecimiento de la competencia argumentativa de acuerdo al análisis realizado a cada una de las pruebas y a las categorías establecidas para ellas.

Por otro lado, a los estudiantes de la Institución Educativa el Corazón se les asignará un código; E1-EC, para el primer estudiante, E2-EC para el segundo y así sucesivamente hasta el E6-EC. Para

los estudiantes de la Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente los códigos serán: E7-CN, hasta E12-CN. Lo anterior, para mantener bajo anonimato los nombres reales de quienes participaron en la investigación.

A continuación, se presentan los resultados del nivel argumentativo inicial de los 12 estudiantes en el primer momento de la secuencia didáctica, refiriéndose al diagnóstico y activación de saberes previos con relación a la temática gases ideales. Conforme a lo anterior, se muestran los resultados obtenidos en cada una de las categorías emergentes a saber: representación de variables, análisis de situaciones en contexto, análisis lógico – matemático y comprensión de gráficos, siendo estas dos últimas, donde se encuentra el menor nivel de competencia argumentativa. Sólo en la categoría emergente; análisis de situaciones en contexto, un estudiante se pudo ubicar en el nivel dos.

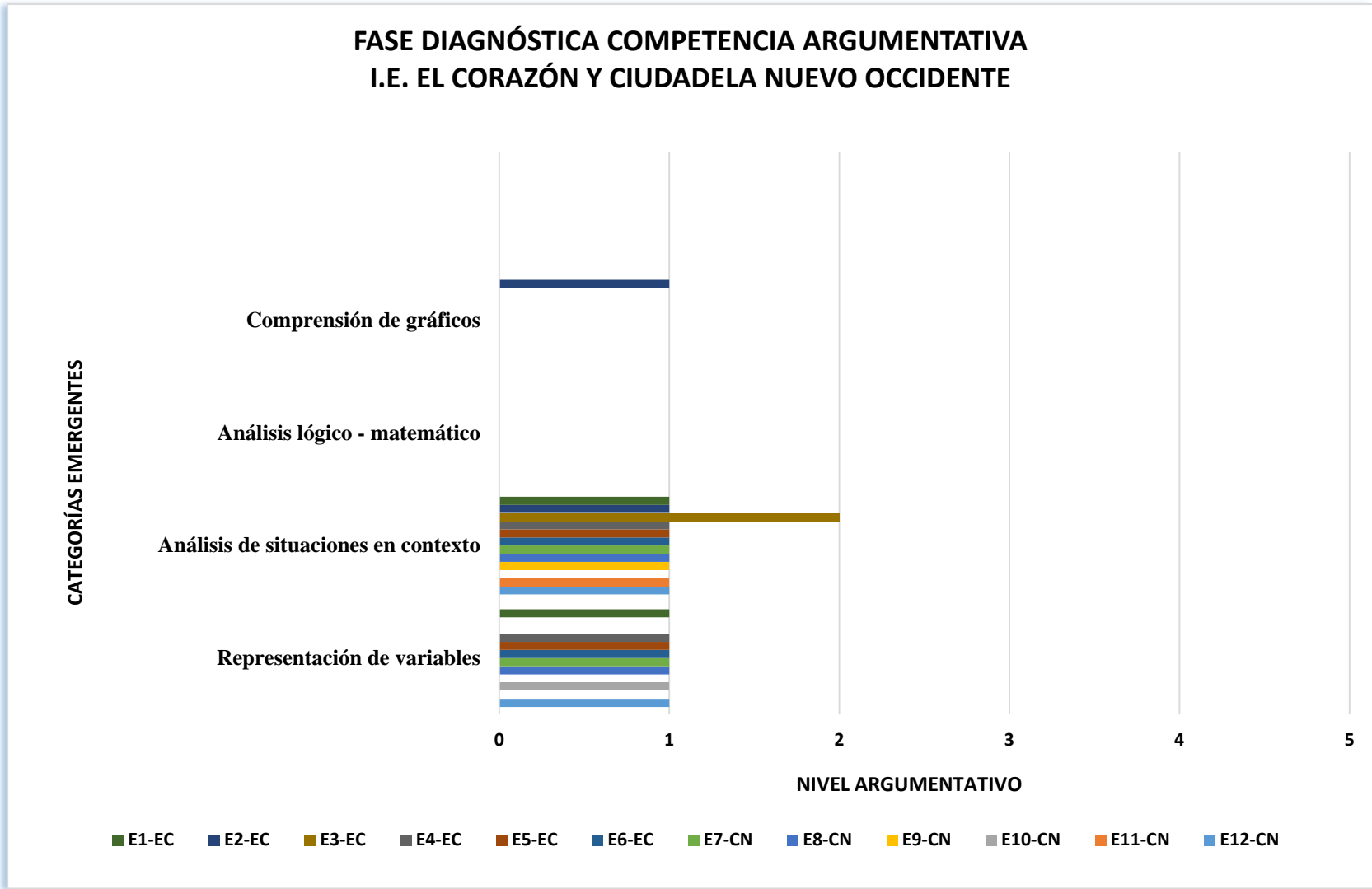


Figura 9. Nivel competencia argumentativa, estudiantes de la I. E. El Corazón e I. E. Ciudadela Nuevo Occidente al inicio de la intervención pedagógica.

4.1. Estudio de caso E1-EC

Análisis general de E1-EC.

A nivel general y durante el proceso de aprendizaje sobre la temática gases ideales, el estudiante fortalece su competencia argumentativa. Este progreso, se hace evidente en las siguientes categorías emergentes: representación de variables, análisis de situaciones en contexto, análisis lógico-matemático y la comprensión de gráficos, pues a la hora de sustentar algunas ideas logra presentar una coherencia textual, hace uso de algunos elementos propuestos en el MAT y de determinadas R.M De acuerdo a lo anterior, es posible ubicar al estudiante en un mayor nivel argumental a partir de la adaptación propuesta por los autores.

Análisis E1-EC.

En el pre test, el estudiante sólo utiliza representaciones gráficas para explicar variables de los gases, se identifican errores conceptuales en la explicación de fenómenos, aunque presenta algunas ideas claras entre las situaciones problémicas y el comportamiento de los gases. Se encuentra en un nivel uno de argumentación ya que hace uso de algunos elementos argumentativos. En la prueba de síntesis o estructuración, se evidencia un avance en el uso del lenguaje propio de las ciencias, aparecen otros elementos del MAT como garantías y cualificadores. En el pos test, hace uso de diferentes representaciones, relaciona variables $-P, V, T-$, analiza correctamente las gráficas y sustenta con mayor solidez sus ideas. Se observa en algunos casos mejores argumentos que permiten ubicarlo en un nivel dos. A continuación, se realiza un análisis más detallado de los resultados encontrados en las tres pruebas y acorde con las categorías emergentes.

4.1.1. Análisis desde las representaciones múltiples

Representaciones de variables

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante no presenta descripciones para los conceptos temperatura, gas, presión y volumen, las representaciones a los conceptos antes

mencionados, son simples y tres de ellos no corresponden al tema de estudio, sino que, hacen referencia a los líquidos. Además, sus respuestas parten de ideas y nociones que tienen frente a un fenómeno. El E1-EC, al parecer no tiene dentro de sus modelos mentales, explicación para la relación entre el proceso de digestión y los gases.

- **Prueba estructuración o síntesis:** Las descripciones son coherentes porque relaciona de forma pertinente las variables volumen, temperatura, presión con la situación presentada, se extiende un poco más en las explicaciones, hilando mejor las ideas. Se le dificulta construir cualquier tipo de representación donde se evidencie la relación entre conceptos como: gas, presión, temperatura, volumen, termómetro, barómetro, probeta, etc., aunque sí lo hace de forma particular. Hay un avance en la construcción de gráficos con dos variables con su respectivo análisis donde utiliza notaciones simbólicas.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Se presenta coherencia textual en el momento de explicar las variables que intervienen en el tema de gases al igual que su interrelación, manejo de lenguaje propio de las ciencias. Uso de diferentes representaciones; como lo son los dibujos y descripciones con el fin de dar mayor solidez a las explicaciones o argumentos.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** No se evidencia conceptos propios de las ciencias, las explicaciones presentan coherencia, aunque desde el lenguaje común. No hay utilización de representaciones gráficas, sólo de corte descriptivo. El estudiante comprende las situaciones que se les presenta, pero es efímero para explicar el análisis que le hace a cada una porque tiene nociones o ideas básicas.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Utiliza lenguaje propio de las ciencias, su coherencia textual es acorde con el área de conocimiento, relaciona correctamente las variables de

presión y temperatura. Sólo hay uso de representaciones de tipo descriptivo, pero siendo pertinente.

- **Prueba transferencia de conocimientos:** Se presenta coherencia textual, las ideas están fundadas sobre las ciencias. No hay uso de representaciones gráficas pero sus descripciones son más extensas y mejor sustentadas.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** No se presenta respuesta porque el estudiante no ha desarrollado ningún tipo de conocimiento previo o un modelo mental que le permita intentar dar solución al ejercicio.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Hay un avance en la interpretación de ejercicios, reconoce variables, usa notaciones simbólicas, aunque no interpreta correctamente toda la información, confundiendo características iniciales y finales de los gases.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Inicialmente, no hay un desarrollo matemático de la situación, no obstante, realiza una aproximación teórica para explicarlo siendo incoherente con la respuesta; a sus nociones e ideas les falta mayor estructuración. En la segunda situación, se evidencia una respuesta acertada, reconoce la ley de los gases y las variables que intervienen.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** No se presenta respuesta porque el estudiante no ha desarrollado ningún tipo de conocimiento previo o modelo mental que le permita su desarrollo
- **Prueba estructuración o síntesis:** Presenta coherencia textual, hace uso de conceptos propios de la ciencia, relaciona variables, los análisis a los gráficos son pertinentes. El

estudiante avanza en el uso de R.M puesto que realiza descripciones, notación simbólica y diagramas.

- **Prueba transferencia de conocimientos:** Realiza un análisis pertinente a la gráfica, reconociendo las variables, pero no la ley que las sustenta. Su coherencia textual es correcta, aunque no presenta un amplio desarrollo de la misma, las representaciones hacen énfasis a descripciones cortas.

Ahora, veamos las R.M que utiliza el estudiante en las diferentes categorías emergentes

Tabla 4. Representaciones múltiples presentadas por E1-EC

CATEGORÍAS EMERGENTES		PRUEBA	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN O SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	REPRESENTACIONES MÚLTIPLES
Representación	de		Dibujos, ideas, nociones	Descripciones, gráficos, notaciones simbólicas	Dibujos, descripciones, conceptos	
Análisis de situaciones			Conceptos, descripciones, nociones, ideas	Descripciones, conceptos	Descripciones, conceptos	
Análisis matemático	lógico-		Ninguna	Ideas, notación simbólica	Nociones, ideas, notación simbólica	
Comprensión	de		Ninguna	Conceptos, descripciones, notación simbólica y diagramas	Descripciones, conceptos	

4.1.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin

Representaciones de variables

- **Prueba diagnóstica:** En las descripciones de las variables que intervienen en situaciones contextualizadas sobre gases, sólo menciona conclusiones y datos que las apoyan, no obstante, para explicar la temperatura, gas, presión y volumen se evidencian datos.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Se dejan ver conclusiones y datos de acuerdo con el MAT, siendo coherentes con la explicación.

- **Prueba transferencia de conocimientos:** Aparecen elementos como conclusiones, datos y garantías que apoyan explicaciones coherentes y mejor argumentadas.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** En algunas situaciones, aparecen conclusiones sin datos que la respalden, en otras, aparecen conclusiones y datos, aunque el proceso argumentativo es corto.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Aparecen conclusiones, datos y garantías que dan cuenta del avance en el nivel argumentativo aparte de la coherencia en las explicaciones.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Hace uso de teorías para explicar las situaciones contextualizadas –teoría cinético molecular, presión-altura-. En algunos apartados presenta conclusiones y datos y en otros, conclusiones, datos, garantías y cualificadores avanzando así en el fortalecimiento de la competencia argumentativa.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** No se presenta respuesta porque el estudiante no ha desarrollado ningún tipo de conocimiento previo. No hay elementos del MAT.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Usa datos con los cuales expresa las variables de los gases, algunas las interpreta erróneamente y otras son pertinentes. No llega a conclusiones por la falta de desarrollo de los ejercicios.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Presenta conclusiones y datos por separados, no existe coherencia entre ambos, por lo que no hay argumentos válidos. En otro ejercicio, presenta conclusiones y datos como respaldo.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** No se presenta respuesta porque el estudiante no ha desarrollado ningún tipo de conocimiento previo
- **Prueba estructuración o síntesis:** En cuanto al MAT, presenta conclusiones, datos y garantías; dando cuenta de mejores y más sólidos argumentos, aunque no establece refutaciones pertinentes.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Se visualizan conclusiones y datos que son coherentes en la relación de variables como presión y temperatura.

Tabla 5. Elementos del Mat que utiliza el E1-EC

En la siguiente tabla, se destacan los elementos de acuerdo con el MAT, utilizados por E1-EC en las cuatro categorías emergentes

CATEGORÍAS EMERGENTES	PRUEBA DE	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN O SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	ELEMENTOS DEL MAT
Representación de variables		Conclusiones, datos	Conclusiones, datos	Conclusiones, datos, garantías	
Análisis de situaciones en contexto		Conclusiones, datos	Conclusiones, datos, garantías	Conclusiones, datos, garantías, cualificadores	
Análisis lógico-matemático		No presenta	Datos	Datos, conclusiones	
Comprensión de gráficos		No presenta	Conclusiones, datos, garantías	Conclusiones, datos	

Tabla 6. Niveles argumentativos del E1-EC en las tres pruebas

A continuación, presentamos una síntesis del nivel argumentativo alcanzado por E1-EC a partir de las representaciones múltiples y los elementos utilizados en el modelo argumental de Toulmin.

CATEGORÍAS EMERGENTES		PRUEBA	DIAGNÓSTICO	ESTRUCTURACIÓN	TRANSFERENCIA	NIVELES ARGUMENTATIVOS
		PRE TEST	PRE TEST	O SÍNTESIS	DE CONOCIMIENTOS	
Representación	de		1	1	2	
variables						
Análisis	de		1	2	2	
situaciones	en					
contexto						
Análisis	lógico-		0	1	1	
matemático						
Comprensión	de		0	1	1	
gráficos						

A partir de los resultados anteriores, el E1-EC logró avanzar en el fortalecimiento de la competencia argumentativa, debido a que hace uso de R.M para explicar sus conocimientos en la temática de gases ideales que, a su vez, permiten determinar los elementos de acuerdo con el MAT y así, establecer un nivel argumentativo. Inicialmente, no mostraba conocimiento en las categorías emergentes; análisis lógico-matemático, comprensión de gráficos pero que, en la prueba de transferencia de conocimientos, progresa en su interpretación, análisis y desarrollo. Es importante resaltar, que este estudiante mejoró en la lectura y análisis de gráficos, el uso del lenguaje propio de las ciencias y sustenta con validez sus argumentos. En conclusión, E1-EC pasa de un nivel uno a un nivel dos en las categorías emergentes; representación de variables y análisis a situaciones en contexto.

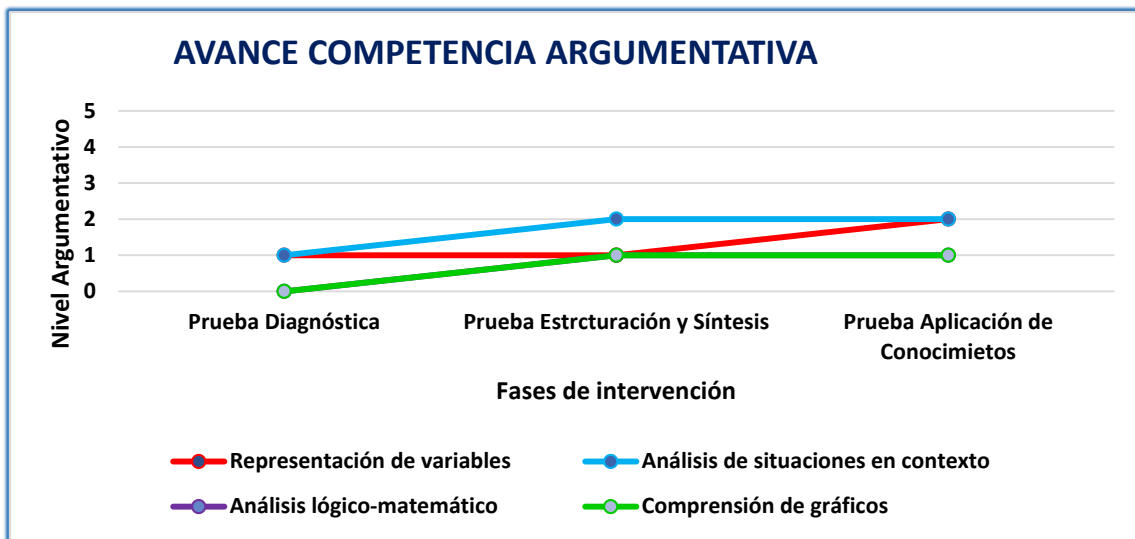


Figura 10. Nivel argumentativo de E1-EC en las cuatro categorías emergentes.

4.2. Estudio de caso E2-EC

Análisis general de E2-EC.

El estudiante da cuenta de falencias a nivel conceptual, no presenta conocimientos cercanos a la ciencia, la relación entre variables como presión, temperatura y volumen son en muchos casos ambigua y en otros no hay relación entre ellos. En cuanto a los elementos del MAT, se evidencian datos y conclusiones, pero no se corresponden. Por el lado de las R.M, hace uso de ideas, nociones y algunos dibujos que no están acompañados de explicaciones. Al final del proceso de intervención, se evidencia progreso en explicaciones más pertinentes y científicas, relaciona las diferentes variables de los gases, utiliza conclusiones, datos, garantías y cualificadores en algunas de sus respuestas. En R.M, hay descripciones mejor argumentadas, uso de conceptos y diagramas.

Análisis E2-EC.

En la prueba diagnóstica, presenta un nivel argumentativo uno porque expone explicaciones desde conocimientos empíricos desde un lenguaje cotidiano, hay errores conceptuales, contradicciones entre ideas planteadas y no hay relación entre las variables que explican el comportamiento de los gases. No obstante, en algunos apartados, desde el MAT utiliza algunos datos y conclusiones, aunque falta coherencia entre ambos. El tipo de R.M utilizadas por el

estudiante, se basan en dibujos e ideas acerca de las situaciones presentadas.

En la prueba de síntesis o estructuración, avanza en el uso de los elementos argumentativos como conclusiones, datos y garantías. Así mismo, en las R.M realiza descripciones más pertinentes y cercanas a las ciencias, elaboración de mapa conceptual.

Para terminar, se ubica en el mismo nivel, porque en la prueba de transferencia de conocimientos no da cuenta de riqueza en R.M y elementos del MAT, inclusive hay incoherencia en algunas explicaciones.

4.2.1. Análisis desde las representaciones múltiples

Representaciones de variables

- **Prueba diagnóstica:** Las representaciones utilizadas por el estudiante, son dibujos sin descripciones y hacen referencia al comportamiento general de fluidos, se encuentran errores conceptuales lo que hace suponer el uso de ideas y nociones establecidas desde lo empírico. No presenta un modelo mental que le facilite la representación de la variable volumen.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Mejora sus descripciones, siendo más coherentes con la teoría, utiliza mapas conceptuales, diagramas, aunque éste último da cuenta de inconsistencia entre variables.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** El estudiante utiliza varias representaciones como dibujos y esquemas acompañados de descripciones para argumentar mejor su razonamiento siendo más pertinentes y acompañados de lenguaje propio de las ciencias.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** No presenta lenguaje científico o descripciones a la luz de la ciencia, hace uso de ideas y creencias a partir de las cuales intenta explicar los fenómenos. Se le dificulta analizar esquemas de situaciones contextualizadas.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Realiza descripciones coherentes y a partir de un lenguaje más científico de la situación presentada. No construye esquemas.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Sus descripciones son ambiguas, aunque el lenguaje es más apropiado, se observan inconsistencias en la relación de variables.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** No se presenta respuesta porque el estudiante no ha desarrollado ningún tipo de conocimiento previo
- **Prueba estructuración o síntesis:** El estudiante ya describe las variables, utiliza notación simbólica donde expresa el análisis de los ejercicios, sin embargo, se le dificulta determinar la ley de los gases para llegar a una respuesta acertada.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Hay uso de notaciones simbólicas, lenguaje propio de las ciencias con algunas inconsistencias.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** Son escasas las evidencias de descripciones bien elaboradas, por lo que se determinan ideas y nociones. Además, no se observan esquemas o dibujos que le permitan mejorar sus explicaciones.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Utiliza diagramas donde representa variables, uso de lenguaje y conceptos propios de las ciencias. En algunos casos, utiliza ideas en la misma medida, nociones para explicar fenómenos un poco complejos.

- **Prueba transferencia de conocimientos:** Aún se visualizan algunas nociones e ideas, siendo incoherentes y alejadas de la realidad científica. Se le dificulta el análisis de gráficas.

Tabla 7. Representaciones múltiples presentadas por E2-EC

Analicemos en la siguiente tabla las diferentes R.M presentadas por el E2-EC a partir de las cuatro categorías emergentes

PRUEBA		DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN O SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	REPRESENTACIONES MULTIPLI.F.S
CATEGORÍAS EMERGENTES					
Representación de variables	de	Dibujos, descripciones, ideas y nociones	Descripciones, mapas conceptuales, diagramas	Dibujos, esquemas, descripciones, lenguaje	
Análisis de situaciones en contexto		Ideas, creencias	Ideas, creencias	Ideas, lenguaje	
Análisis matemático	lógico-	No presenta	Notación simbólica	Notaciones simbólicas, lenguaje,	
Comprensión de gráficos	de	Ideas y nociones	Ideas y nociones, diagramas, Lenguaje, conceptos	nociones e ideas	

4.2.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin

Representaciones de variables

- **Prueba diagnóstica:** No se evidencian elementos del MAT en explicación de variables. Sin embargo, aparecen conclusiones para situaciones en contexto y datos, pero no las apoyan porque se contradicen.
- **Prueba estructuración o síntesis:** En algunas situaciones de análisis, se evidencian conclusiones y datos, presentando correlación entre ambos, a la hora de explicar variables del comportamiento de los gases, aparecen conclusiones, datos y garantías, siendo el argumento un poco más sólido.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Los argumentos en esta prueba están mejor estructurados, porque en aquellas situaciones de análisis a partir de fenómenos

contextualizados, aparecen conclusiones y datos acompañados por refutaciones, cualificadores o garantías. Son varios los elementos del MAT que dan cuenta de la construcción de argumentos sólidos y válidos.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** Hay conclusiones y datos que por momentos no se relacionan de forma coherente, mientras que en otras situaciones sí hay correspondencia.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Se evidencia conclusiones, datos y garantías. Los argumentos son más estructurados y coherentes.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** En algunas situaciones manifiesta conclusiones y datos de forma clara, no obstante, en algunos apartados no hay una relación directa entre ambos.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** No se presenta respuesta porque el estudiante no ha desarrollado ningún tipo de conocimiento previo. No hay elementos del MAT.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Se observan datos, pero no conclusiones, el estudiante relaciona de forma correcta las variables con los símbolos, pero no desarrolla los ejercicios.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** El estudiante sólo escribe datos y no desarrolla completamente la conclusión.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** Se establecen conclusiones sin estar sustentadas en datos.
- **Prueba estructuración o síntesis:** En situaciones de análisis, el estudiante presenta conclusiones, pero se le dificulta apoyarlas en los datos. Al explicar un gráfico entre presión

y temperatura, se fundamenta sobre conclusiones, datos y garantías, pero no llega a la refutación.

- **Prueba transferencia de conocimientos:** Sólo aparecen datos. Al parecer, se le dificulta llegar a conclusiones de la situación presentada y aún más, utilizar otros elementos del MAT.

Tabla 8. Elementos del Mat que utiliza el E2-EC

A continuación, se realiza una síntesis de los modelos del MAT presentados por el estudiante según las cuatro categorías emergentes

CATEGORÍAS EMERGENTES		PRUEBA	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN O SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	ELEMENTOS DEL MAT
		de				
Representación	de		Datos, conclusiones	Conclusiones, datos, garantías	Conclusiones, datos, garantías, cualificador, refutación	
Análisis de situaciones en contexto			Conclusiones, datos	Conclusiones, datos, garantías	Conclusiones, datos	
Análisis lógico-matemático	lógico-		No presenta	Datos	Datos	
Comprensión de gráficos			Conclusiones	Conclusiones, datos, garantías	Datos	

Tabla 9. Niveles argumentativos del E2-EC en las tres pruebas

De acuerdo a lo anterior, presentamos un resumen de los niveles argumentativos del E2-EC a partir de las representaciones múltiples y los elementos utilizados en el modelo argumental de Toulmin.

CATEGORÍAS EMERGENTES		PRUEBA	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN O SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	NIVELES ARGUMENTATIVOS
		de				
Representación	de		0	2	2	
Análisis de situaciones en contexto			1	2	1	
Análisis lógico-matemático	lógico-		0	1	1	
Comprensión de gráficos			1	1	1	

Realizando un análisis a los resultados obtenidos por el estudiante, en los diferentes momentos de la secuencia didáctica, se llega a la conclusión de que el nivel argumentativo inicial es uno y posterior a la intervención docente, continúa en el mismo, de acuerdo con las categorías emergentes; análisis de situaciones en contexto y comprensión de gráficos. Lo anterior, porque presenta errores conceptuales, no hay una relación de variables durante la intervención de aula, sus explicaciones se fundamentan en ideas y nociones, escaso uso de representaciones múltiples para dar mayor claridad a sus argumentos. Desde los elementos del MAT, en las categorías emergentes; representación de variables, análisis lógico-matemático presentó algunos elementos; datos conclusiones, garantías, cualificador y refutación en el pos test, elementos que no se vieron en la prueba inicial.

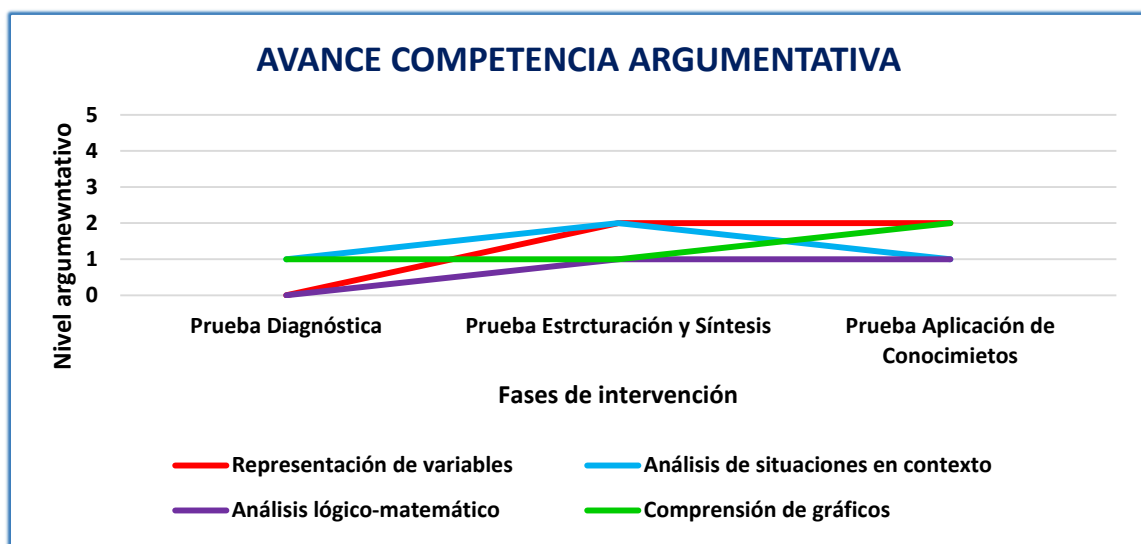


Figura 11. Nivel argumentativo de E2-EC en las cuatro categorías emergentes.

4.3. Estudio de caso E3-EC

Análisis general de E3-EC.

El estudiante muestra un progreso evidente en la medida en que se avanza en la secuencia didáctica para el estudio de los gases ideales a partir de la incidencia de las representaciones

múltiples en el fortalecimiento de la competencia argumentativa. Lo anterior, porque en cuanto a R.M demuestra mayor coherencia en las explicaciones, uso de lenguaje propio de las ciencias, relaciona variables, análisis pertinente de gráficos, esquematiza algunas ideas y descripciones amplias. Por el lado de los elementos del MAT; en algunos análisis con sus respectivos argumentos, escribe conclusiones, datos, garantías y cualificadores

Análisis E3-EC.

En la prueba inicial o pre test, el estudiante usa dibujos sin ningún sustento teórico para explicarlos, sus análisis parten de ideas y nociones construidas desde el conocimiento común, lo que conlleva en varias respuestas a errores conceptuales, se le dificulta el análisis a gráficos y no relaciona volumen, temperatura, presión entre sí. No aparecen conclusiones y datos en la argumentación sobre variables de los gases, pero sí en el análisis de situaciones en contexto. En la prueba de síntesis o estructuración, reconoce variables, explica coherentemente, hace uso de diferentes representaciones como dibujos, mapa conceptual y descripciones, de allí, aparecen elementos como conclusiones, datos y garantías. Al finalizar el proceso de intervención, en el pos test, utiliza representaciones textuales y gráficas, además analiza esquemas porque aparecen a parte de los elementos del MAT anteriormente mencionados, cualificadores.

4.3.1. Análisis desde las representaciones múltiples

Representaciones de variables

- **Prueba diagnóstica:** Usa gráficos para explicar temperatura y gas, no corresponde para presión, al parecer no cuenta con una representación mental para volumen. Presenta algunas claridades conceptuales porque sus explicaciones parten de ideas y creencias: la palabra humo la relaciona con gas.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Realiza descripciones para relacionar variables de los gases, lenguaje más cercano a las ciencias que permite apreciar mayor conocimiento en el

tema, conceptos coherentes, uso de gráficos para relacionar variables, construcción de mapa conceptual a partir del cual, se observa una relación general del tema.

- **Prueba transferencia de conocimientos:** Construye dibujos acompañados de descripciones para sustentar mejor su análisis, coherencia textual, conceptos e ideas propias de la ciencia, relaciona variables. Así, se consigue analizar mejores conocimientos por parte del estudiante.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** Hace uso de algunos conceptos que hacen referencia a variables de los gases, aunque son explicados desde ideas y nociones adquiridos desde la vivencia cotidiana, además, no hay relación entre las variables.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Expresa ideas y nociones incoherentes porque no tienen validez desde lo teórico, usa algunos conceptos relacionados con la situación contextualizada.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Realiza descripciones acertadas para la relación de variables como temperatura, volumen y presión, lenguaje propio de las ciencias para explicar los contextos, también es coherente con sus ideas, utiliza conceptos para defender sus argumentos.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** No se presenta respuesta porque el estudiante no ha desarrollado ningún tipo de conocimiento previo. No se muestra ningún tipo de R.M
- **Prueba estructuración o síntesis:** Avanza en la interpretación de las variables que definen el comportamiento de los gases, hace uso de ideas y notación simbólica de forma pertinente, logra escribir la fórmula apropiada, pero se le dificulta despejar incógnitas.

- **Prueba transferencia de conocimientos:** Utiliza ideas, no presenta coherencia conceptual, aparece notaciones simbólicas.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** Sin respuesta, por lo que no se pueden determinar uso de representaciones.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Hace uso de gráficos a partir de los cuales relaciona características de los gases, descripciones para explicar los diferentes diagramas, en algunos casos se evidencian ideas y nociones ya que no son muy claras, logrando explicar con poca coherencia el análisis realizado a algunas de las situaciones presentadas.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Uso de conceptos que permiten evidenciar el avance en conocimiento acerca del tema, lenguaje más apropiado y coherente para expresar ideas y descripciones de gráficos analizándolos correctamente.

Tabla 10. Representaciones múltiples presentadas por E3-EC

Ahora, sintetizamos el tipo de representaciones utilizadas por el E3-EC de acuerdo con las cuatro categorías emergentes y a lo largo de la secuencia didáctica

CATEGORÍAS EMERGENTES	PRUEBA	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN O SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	REPRESENTACIONES MÚLTIPLES
Representación de variables	de	Gráficos, ideas y creencias	Descripciones, lenguaje, conceptos gráficos, mapa conceptual	Dibujos, descripciones conceptos e ideas	
Análisis de situaciones en contexto		Conceptos, ideas y nociones	Ideas, nociones, conceptos	Descripciones, Lenguaje, ideas, conceptos	
Análisis lógico-matemático		No presenta	Ideas, notación simbólica	Ideas, notaciones simbólicas	
Comprensión de gráficos		No presenta	Gráficos, descripciones, Ideas y nociones	Conceptos, lenguaje, descripciones	

4.3.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin

Representaciones de variables

- **Prueba diagnóstica:** No aparece ningún elemento del MAT
- **Prueba estructuración o síntesis:** Aparecen conclusiones, datos y garantías para dar mayor validez a las explicaciones, es coherente con sus análisis.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** El estudiante presenta conclusiones y datos, perdiendo argumentos sólidos que había mostrado en la prueba anterior.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** En algunos casos no presenta conclusiones ni datos en situaciones que involucren análisis abstracto, pero si lo hace en aquellas que hacen referencia a contextos cotidianos, en una de ellas, logra escribir un calificador.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Presenta conclusiones e igualmente, datos que las apoyan, no obstante, falta mayor coherencia para hacer de su análisis y argumento válido.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** El estudiante progresa en el uso de elementos argumentativos, para respaldar sus explicaciones utiliza conclusiones, datos, garantías, en la situación que anteriormente era abstracta, logra dar un calificador.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** No se presenta respuesta porque el estudiante no ha desarrollado ningún tipo de conocimiento previo. No hay elementos del MAT.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Aparecen datos sin llegar a conclusiones porque no se desarrollaron de forma completa. De acuerdo al análisis realizado, falta mayor comprensión en el uso de fórmulas sobre gases ideales.

- **Prueba transferencia de conocimientos:** Plantea conclusiones y datos luego de realizar acertadamente uno de los ejercicios. El otro, lo hace de forma textual presentando conclusiones, aunque no corresponden a la situación.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** Sin respuesta, no se puede determinar los elementos del MAT
- **Prueba estructuración o síntesis:** Presenta conclusiones y datos que las apoyan, son claras sus explicaciones de acuerdo a los razonamientos realizados a los gráficos presentados. Además, en estos elementos se evidencian la relación de variables como temperatura, presión y volumen.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Escribe conclusiones, datos, garantías fortaleciendo sus argumentos. Comprende la relación entre presión y temperatura. Su análisis es pertinente, aunque no identifica la ley.

Tabla 11. Elementos del Mat que utiliza el E3-EC

Se realiza una síntesis de los elementos del MAT encontrados en las respuestas de las diferentes pruebas y teniendo en cuenta las categorías emergentes

CATEGORÍAS EMERGENTES	PRUEBA DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN O SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	ELEMENTOS DEL MAT
Representación de variables	No presenta	Conclusiones, datos, garantías	Conclusiones, datos	
Análisis de situaciones en contexto	Conclusiones, datos, cualificador	Conclusiones, datos	Conclusiones, datos, garantías, cualificador	
Análisis lógico-matemático	No presenta	Datos	Conclusiones, datos	
Comprensión de gráficos	Sin respuesta	Conclusiones, datos	Conclusiones, datos, garantías	

Tabla 12. Niveles argumentativos del E3-EC en las tres pruebas

Conforme a lo anterior, donde se condensan las R.M y los elementos del MAT del E3-EC de las categorías emergentes, se construye la siguiente tabla con los niveles argumentativos en relación a los momentos de la secuencia didáctica.

CATEGORÍAS EMERGENTES \	PRUEBA	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN O SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	NIVELES ARGUMENTATIVOS
Representación de variables	de	0	2	1	
Análisis de situaciones en contexto		2	2	3	
Análisis lógico-matemático	lógico-	0	1	1	
Comprensión de gráficos	de	0	1	1	

Realizando una lectura a los niveles argumentativos presentados por el estudiante en el pre test, podemos analizar que en las categorías emergentes: representación de variables, análisis lógico-matemático y comprensión de gráficos, se encontraba en un nivel cero porque no utilizaba representaciones múltiples para argumentar sus explicaciones o si hacía uso de algunas, eran incoherentes, y presentaban errores conceptuales. En la prueba de síntesis o de estructuración y el pos test, avanza en el nivel argumentativo porque pasa de ideas y nociones a descripciones más elaboradas, uso de conceptos científicos, lenguaje pertinente, dibujos y diagramas mejor elaborados. De igual forma, desde el uso de los elementos del MAT, avanza de conclusiones y datos a garantías y cualificadores. En la categoría emergente; análisis de situaciones en contexto, inicia en un nivel dos mostrando habilidades cognitivas en su comprensión y pasa a nivel tres.

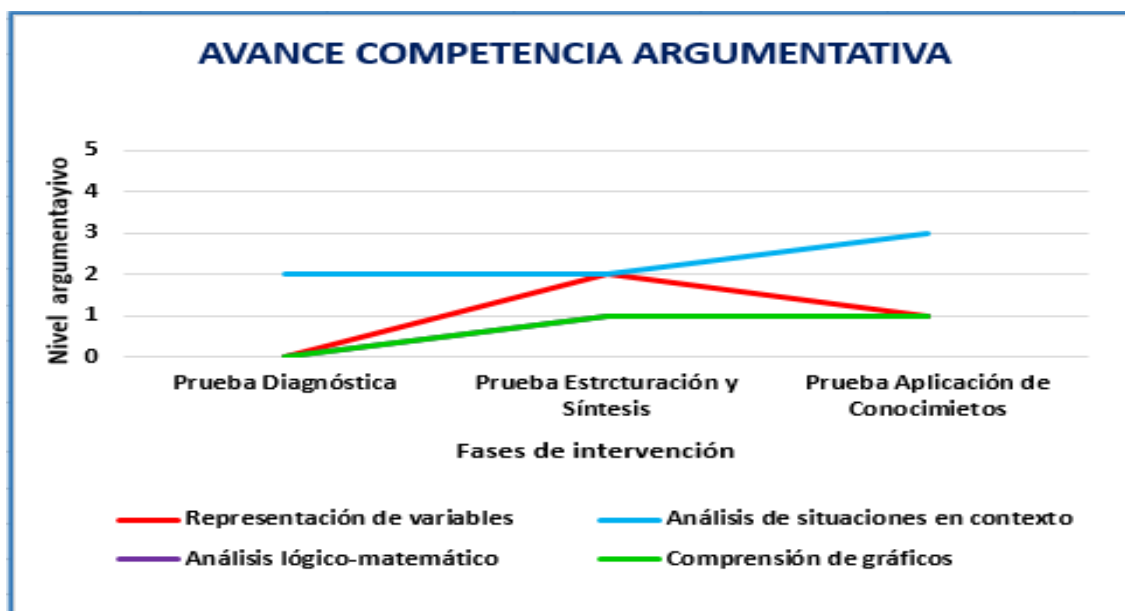


Figura 12. Nivel argumentativo de E3-EC en las cuatro categorías emergentes.

4.4. Estudio de caso E4-EC

Análisis general de E4-EC.

El estudiante en el pre test no muestra explicaciones elaboradas para las situaciones asignadas, lo hace desde ideas o percepciones sin tener fundamentos científicos, no relaciona variables sobre el comportamiento de los gases. Utiliza los mínimos elementos del MAT que lo inscriben en niveles argumentativos inferiores. Se le dificulta el análisis lógico-matemático. No obstante, luego de utilizar R.M en el proceso de enseñanza-aprendizaje, logra avanzar en la competencia argumentativa porque escribe con mayor solidez sus análisis e interpretaciones.

Análisis E4-EC.

De acuerdo con el análisis a las pruebas, las categorías emergentes y los resultados obtenidos del estudiante en relación a la competencia argumentativa y la temática gases ideales, se ubica en un nivel uno de argumentación, ya que se encuentra lo siguiente: en cuanto al pre test, en R.M hace uso de ideas y nociones sin llegar a conceptos científicos o explicaciones elaboradas, no analiza gráficos ni los construye para argumentar. Los elementos del MAT, se fundamentan en datos

y conclusiones en categorías emergentes como análisis en contexto, pero se le dificulta en representación de variables. En la prueba síntesis y de estructuración, aparecen descripciones más pertinentes, relación de variables –volumen, temperatura, presión- y se muestran elementos como conclusiones, datos y garantías. Al final en el pos test, avanza en el uso de representaciones como gráficos, descripciones, conceptos, lenguaje científico, como también escribe conclusiones, datos y garantías para sustentar sus análisis a las situaciones presentadas. Así, el E4-EC avanza a un nivel 2 de argumentación.

4.4.1. Análisis desde las representaciones múltiples

Representaciones de variables

- **Prueba diagnóstica:** Uso de representaciones como dibujos para explicar las variables; volumen, temperatura, presión sin estar acompañadas de explicaciones, son simples y no corresponden a los conceptos expuestos. Se afirman ideas y nociones con lenguaje común para situaciones contextualizadas, parte de creencias con el fin de sustentar mejor sus análisis. No hay conceptos científicos.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Realiza descripciones coherentes en el análisis de variables con fenómenos cotidianos, por momentos las relaciona de forma lógica, usa conceptos más elaborados que dan cuenta del progreso en conocimiento. No llega a la construcción de esquemas elaborados como mapas conceptuales o diagramas.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Coherencia entre la relación de variables que explican el comportamiento de los gases, acompaña dibujos con descripciones para fortalecer argumentos, aparecen conceptos y lenguaje propio de las ciencias, lo cual permite apreciar conocimientos en la temática gases ideales.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** Utiliza ideas y nociones porque su lenguaje es del común, en ningún momento se representan conceptos o lenguaje científico lo que dificulta explicaciones congruentes y ciertas.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Usa conceptos, descripciones válidas, aunque son cortas, pero explica teniendo en cuenta teorías científicas, plantea la relación entre la altura, el frío y el movimiento molecular.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Aparecen conceptos, relaciona variables de los gases como presión y temperatura, descripciones basadas en teorías científicas, lenguaje apropiado que fortalece los argumentos frente a hechos reales.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** No hay respuesta por lo que no es posible extraer el tipo de representaciones, al parecer, no cuenta con modelos mentales que le permitan dar solución al ejercicio.
- **Prueba estructuración o síntesis:** El estudiante comprende acertadamente la información suministrada en los ejercicios haciendo uso de la notación simbólica con el fin de darle solución, escribe la ley de los gases correcta, pero no comprende la forma de despejar la incógnita. Tiene algunas ideas sobre el tema.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Se observan ideas y nociones del tema, aunque no es coherente la respuesta con la pregunta, usa notaciones simbólicas de forma pertinente. Hay un avance en la comprensión de este tipo de ejercicio.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** No hay una buena interpretación del gráfico donde se relaciona temperatura y volumen, usa ideas y nociones desde sus conocimientos previos. En varias respuestas, escribe *no sé*.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Mejor análisis a los gráficos, relaciona variables de los gases, descripciones pertinentes, usa conceptos propios de la ciencia lo que da cuenta de aprendizaje, lenguaje estructurado permitiendo mayor validez a explicaciones.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Ideas pertinentes, aparecen conceptos, lenguaje científico que fortalecen argumentos, identifica variables y la relación entre ellas, interpretación adecuada de gráficos, descripciones coherentes.

En la siguiente tabla, se escriben el tipo de representaciones múltiples que subyacen al análisis de las diferentes situaciones en la secuencia didáctica

Tabla 13. Representaciones múltiples presentadas por E4-EC

CATEGORÍAS EMERGENTES		PRUEBA DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN O SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	REPRESENTACIONES MÚLTIPLES
Representación de variables	de	Dibujos, ideas nociones creencias	Descripciones, conceptos	Dibujos, descripciones, conceptos, lenguaje	
Análisis de situaciones en contexto	de en	Ideas, nociones	Conceptos, descripciones	Conceptos, descripciones, Lenguaje	
Análisis matemático	lógico-	No hay respuesta	Ideas, notación simbólica	Ideas, nociones, notaciones simbólicas	
Comprensión de gráficos	de	Ideas, nociones	Descripciones, conceptos, lenguaje	Ideas, conceptos, lenguaje y descripciones	

4.4.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin

Representaciones de variables

- **Prueba diagnóstica:** No aparece ningún elemento del MAT en lo que se refiere a variables de los gases, aunque sí, datos en cuanto se le presenta situaciones contextualizadas.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Aparecen conclusiones, datos y garantías que fortalecen los argumentos expuestos a lo relacionado con los gases, así mismo, situaciones problemáticas. Hay coherencia conceptual.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Se presentan datos y conclusiones cuando se le pide explicar una situación determinada, relacionando bien los conceptos. Así mismo, los argumentos frente a la correlación de variables como temperatura, volumen y presión, se encuentran sustentados con algunas garantías.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** Describe conclusiones apoyadas con datos para explicar su análisis frente a hechos que ocurren en la cotidianidad, aunque no usa un lenguaje elaborado o cercano a las ciencias.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Sólo se evidencian conclusiones, faltan otros elementos que mejoren su análisis tal vez, porque al parecer no estructura de buena manera sus razonamientos.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** En aquellas preguntas relacionadas con escenarios más cercanos al estudiante, explica desde conclusiones, datos y garantías, mientras que, si se exponen situaciones un poco alejadas de la realidad próxima, se le dificulta explicaciones mejor argumentadas; en este caso, aparece conclusiones y garantías.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** *No sé*, es la respuesta del estudiante, posiblemente no ha desarrollado ningún tipo de conocimiento previo. No hay elementos del MAT.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Aparecen datos, algunos desarrollos de los ejercicios, pero no llega a la respuesta. Se le dificulta interpretar variables para despejarla de una ecuación.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** La respuesta no tiene coherencia, pero se evidencian conclusiones y datos. El desarrollo de este tipo de ejercicios, se le dificulta, falta un mayor conocimiento.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** Presenta conclusiones, pero no datos que la apoyen. Manifiesta no saber.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Se evidencian conclusiones y datos coherentes, estando bien estructurados, su análisis es pertinente para los gráficos.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** En sus explicaciones hace uso de conclusiones, datos y garantías, es coherente y acertado en sus argumentos.

Tabla 14. Elementos del Mat que utiliza el E4-EC

A partir de la información suministrada, se construye la tabla donde se evidencia con mayor facilidad, los elementos del MAT utilizados por E4-EC en la temática gases ideales.

	PRUEBA	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN O SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	
CATEGORÍAS EMERGENTES					ELEMENTOS DEL MAT
Representación de variables	de	Datos	Conclusiones, datos, garantías	Conclusiones, datos, garantías	
Análisis de situaciones en contexto		Conclusiones, datos	Conclusiones	Conclusiones, datos, garantías	
Análisis lógico-matemático	lógico-	No presenta	Datos	Conclusiones, datos	
Comprensión de gráficos	de	Conclusiones	Conclusiones, datos	Conclusiones, datos, garantías	

Desde el uso de R.M y los elementos del MAT por parte de E4-EC, a lo largo de la secuencia didáctica y las categorías emergente, se logra establecer un nivel argumentativo inicial y otro final. De acuerdo con esto, es pertinente la incidencia de las R.M para fortalecer la competencia argumentativa.

Tabla 15. Niveles argumentativos del E4-EC en las tres pruebas

	PRUEBA	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN O SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	
CATEGORÍAS EMERGENTES					NIVELES ARGUMENTATIVO
Representación de variables	de	1	2	2	
Análisis de situaciones en contexto		1	1	2	
Análisis lógico-matemático	lógico-	0	1	1	
Comprensión de gráficos	de	0	1	2	

En conclusión, el estudiante en la prueba diagnóstico en relación a las categorías emergentes; representaciones de variables y análisis de situaciones en contexto, estaba en un nivel argumentativo uno, porque utilizaba ideas y nociones desde su cotidianidad sin establecer conceptos científicos, los elementos del MAT estaban entre conclusiones y datos, sin fortalecer sus explicaciones. Las categorías emergentes; análisis lógico-matemático y comprensión de gráficos, tal vez son complejas para ser interpretadas por E4-EC desde sus saberes previos. A medida que se aborda la intervención docente desde el uso de R.M en el proceso enseñanza-aprendizaje para el

fortalecimiento de la competencia argumentativa, logra avanzar hacia un nivel dos porque sus explicaciones tienen coherencia, y se respaldan en descripciones, lenguaje y conceptos cercanos a la ciencia, en gráficos y en el uso de conclusiones, datos y garantías.

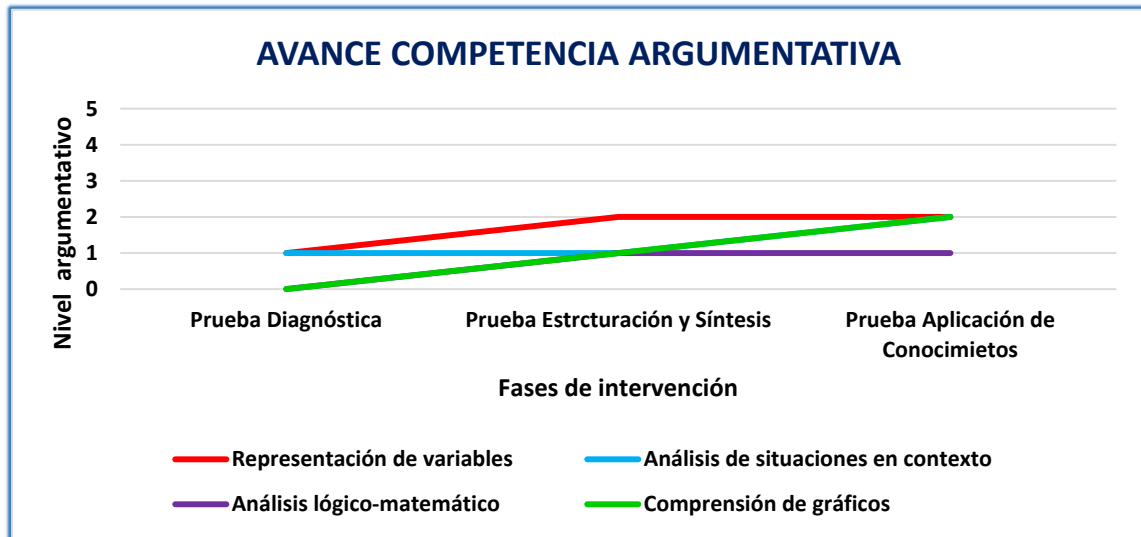


Figura 13. Nivel argumentativo de E4-EC en las cuatro categorías emergentes.

4.5. Estudio de caso E5-EC

Análisis general de E5-EC.

El estudiante presenta sólo uno o dos elementos del MAT, siendo sus argumentos poco sólidos, además utiliza lenguaje cotidiano a partir de sus vivencias, parece no presentar conocimiento sobre el tema. En la representación de variables y análisis de situaciones en contexto, logra hacer unas explicaciones someras, mientras que aquellas relacionadas con el análisis lógico-matemático no cuenta con ideas previas. Posterior a la intervención docente, el estudiante avanza en sus conocimientos logrando mejorar argumentos desde el uso del lenguaje, las R.M y aparecen elementos del MAT dando mayor sustento a sus explicaciones.

Análisis E5-EC.

Durante el pre test, es posible ubicarlo en nivel uno de argumentación, porque se hace evidente el uso de ideas y nociones siendo expresadas desde el uso del lenguaje común, no hay conceptos científicos para explicar las diferentes situaciones, en algunos casos relaciona variables

como presión, volumen y temperatura, aunque por momentos su análisis corresponde a otros estados de agregación de la materia como sólidos y líquidos. También, usa conclusiones y datos con algunas inconsistencias. En la prueba síntesis y de estructuración, avanza en el tipo de R.M, hace uso en este momento de descripciones, lenguaje, de igual manera conceptos más cercanos a la ciencia, coherencia textual. Aparecen varios elementos del MAT como conclusiones, datos y garantías. Ya en el pre test, su nivel argumentativo de acuerdo con la categoría emergente, representación de variables y comprensión de gráficos, permiten ubicarlo en un nivel dos en la competencia argumentativa. Mejora la relación de variables, uso de conceptos y lenguaje científico, coherencia entre ideas, interpreta gráficos, permanecen conclusiones, datos, así como garantías para sustentar sus explicaciones.

4.5.1. Análisis desde las representaciones múltiples

Representaciones de variables

- **Prueba diagnóstica:** Utiliza dibujos sin ningún tipo de explicación o son simples, en algunos casos, hacen referencia a sólidos y líquidos, usa ideas, nociones, además creencias que no corresponden a realidades científicas.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Hay reconocimiento de variables, coherencia textual, uso de gráficos y conceptos que permiten identificar un progreso en el conocimiento sobre las características de los gases.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** El uso de imágenes se relacionan con descripciones, ambos son pertinentes para el tema de gases, usa conceptos y lenguaje científico para relacionar las variables de los gases. Sus ideas, al igual que las nociones son más elaboradas para explicar situaciones de mayor abstracción.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** El lenguaje corresponde al común, no se evidencia uso de descripciones elaboradas para explicar el análisis que realiza a las situaciones presentadas, usa nociones, ideas y creencias cuando es complejo el ejercicio de análisis.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Se le presenta una situación sobre la altura a nivel del mar y en la ciudad de Medellín, en su análisis utiliza conceptos científicos, lenguaje más cercano a las ciencias, sus ideas las desarrolla coherentemente.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Mayor número de ideas logrando explicar mejor sus razonamientos, relaciona variables, usa lenguaje y conceptos científicos, teorías alusivas al comportamiento de los gases. Es evidente el grado de apropiación en el conocimiento sobre la temática gases ideales.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** Sin respuesta, no los realiza, por lo tanto, no es posible describir el tipo de R.M utilizadas por el estudiante.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Aparecen algunas ideas y nociones porque relaciona símbolos $-P, V, T-$ con sus conceptos, pero no asocia sus valores de forma pertinente, además no escribe la ecuación que puede permitirle llegar a su solución.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Identifica la ley que explica la situación, aunque no la desarrolla matemáticamente. En otro ejercicio, logra dar cuenta de descripciones acertadas, pero tampoco lo hace por medio de notaciones simbólicas.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** No hay respuesta, posiblemente no cuente con saberes previos para dar una explicación coherente, siendo difícil la lectura de información suministrada a través de gráficos.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Descripciones coherentes, análisis pertinente, relaciona variables como presión, volumen y temperatura, analiza diagramas, utiliza gráficos y menciona conceptos y hace uso de lenguaje cercano a las ciencias.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Sus ideas y nociones se refinan a partir del conocimiento adquirido en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Usa conceptos y lenguaje científico para dar solidez a sus razonamientos, relaciona variables y sus explicaciones son más elaboradas tratando de explicar mejor el análisis al gráfico.

Tabla 16. Representaciones múltiples presentadas por E5-EC

Ahora, sinteticemos las diferentes representaciones utilizadas por E5-EC en las tres pruebas aplicadas durante la secuencia didáctica y de acuerdo con las cuatro categorías emergentes

CATEGORÍAS EMERGENTES		PRUEBA	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN O SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	REPRESENTACIONES MÚLTIPLES
		de				
Representación	de		Dibujos, ideas, Nociones, creencias	Coherencia textual, gráficos, conceptos	Ideas, nociones, imágenes, descripciones, conceptos, lenguaje	
Análisis situaciones contexto	de en		Nociones, ideas, creencias	Ideas, conceptos, lenguaje	Ideas, lenguaje, conceptos	
Análisis matemático	lógico-		Sin respuesta	Ideas, nociones	Descripciones	
Comprensión gráficos	de		Sin respuesta	Descripciones, gráficos, conceptos, lenguaje	Ideas, nociones, conceptos, lenguaje	

4.5.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin

Representaciones de variables

- **Prueba diagnóstica:** En la mayor parte de su análisis, no relaciona variables, en algunos casos aparecen datos, por momentos conclusiones y datos y en otro momento, ninguno de los dos. Esto significa la irregularidad en el uso de los elementos del MAT, de acuerdo con la situación presentada.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Reconoce variables de los gases, de acuerdo a la situación, presenta conclusiones y datos, en otras aparecen conclusiones, datos y garantías siendo coherentes entre sí para fortalecer el proceso argumentativo.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Por momentos aparecen conclusiones y datos, en otros; conclusiones, datos y garantías que dan cuenta de un mejor análisis y fuerza en los argumentos.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** Presenta conclusiones y datos en todos sus análisis, al parecer, se le facilita comprender situaciones contextualizadas.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Aunque el análisis es somero, falta un poco más de desarrollo, se evidencian conclusiones, datos y garantías avanzando en el sustento a sus argumentos.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** De acuerdo a las explicaciones del estudiante, no fue reiterativo en respuestas sustentadas o mejor argumentadas, porque aparecen datos que no soportan conclusiones y mucho menos, hace uso de garantías. Si hay un avance en la coherencia de sus explicaciones.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** Sin respuesta, no es posible determinar elementos del MAT
- **Prueba estructuración o síntesis:** Aparecen datos, no plantea la ecuación y su posterior desarrollo, al parecer no comprende la ley de los gases ideales a utilizar. No plantea una conclusión.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Hay conclusiones y datos que por momentos las apoyan. Al E5-EC se le dificulta el análisis, de igual manera que el desarrollo de este tipo de ejercicio donde se involucra la competencia lógico-matemática.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** No hay respuesta, siendo imposible determinar elementos del MAT utilizados para dar un argumento. El análisis de gráficas se le hace complejo.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Avanza en la sustentación de sus ideas, las conclusiones y datos presentan mayor coherencia, hay garantías que fortalecen la argumentación en el momento de obtener conclusiones a partir de un gráfico.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Aparecen conclusiones, datos y garantías que fortalecen el argumento del estudiante, permiten construir un análisis más pertinente.

Tabla 17. Elementos del Mat que utiliza el E5-EC

Veamos un resumen de los elementos del MAT utilizados por el estudiante, de acuerdo con las categorías emergentes y en los tres momentos de la secuencia didáctica.

		PRUEBA	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN O SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	
CATEGORÍAS EMERGENTES	Representación de variables		Conclusiones, datos	Conclusiones, datos, garantías	Conclusiones, datos, garantías	ELEMENTOS DEL MAT
	Análisis de situaciones en contexto		Conclusiones, datos	Conclusiones, datos, garantías	Datos	
	Análisis lógico-matemático		No presenta. Sin respuesta	Datos	Conclusiones, datos	
	Comprensión de gráficos		No presenta. Sin respuesta	Conclusiones, datos, garantías	Conclusiones, datos, garantías	

Tabla 18. Niveles argumentativos del E5-EC en las tres pruebas

Finalmente, analicemos la anterior información suministradas en las tablas, con el propósito de determinar los niveles argumentativos del E5-EC durante el proceso enseñanza-aprendizaje en la temática gases ideales.

		PRUEBA	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN O SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	
CATEGORÍAS EMERGENTES	Representación de variables		1	2	2	NIVELES ARGUMENTATIVOS
	Análisis de situaciones en contexto		1	2	1	
	Análisis lógico-matemático		0	1	1	
	Comprensión de gráficos		0	1	2	

Conforme a lo anterior, se puede establecer que el estudiante en el pre test, se encontraba en un nivel argumentativo uno para las categorías emergentes; representación de variables y análisis de situaciones en contexto en tanto su análisis se fundamentaba en ideas, nociones, creencias y sólo aparecían conclusiones y datos. Para el análisis lógico-matemático, comprensión de gráficos; estaba en un nivel cero porque no desarrolló ningún tipo de respuesta. En la fase de síntesis y estructuración; se evidencian avances significativos a causa del uso de imágenes

acompañadas de descripciones más coherentes, lenguaje científico y mayor número de ideas para consolidar sus explicaciones como datos y conclusiones. En el pos test, por el lado de los elementos del MAT, pasó del uso de conclusiones y datos siendo por momentos un poco incoherentes entre sí, a datos que apoyan las conclusiones y garantías que fortalecen la argumentación. De acuerdo con las R.M, hace uso de descripciones más elaboradas, conceptos y lenguaje científico, lo que conlleva a un mejor aprendizaje de la temática gases ideales.

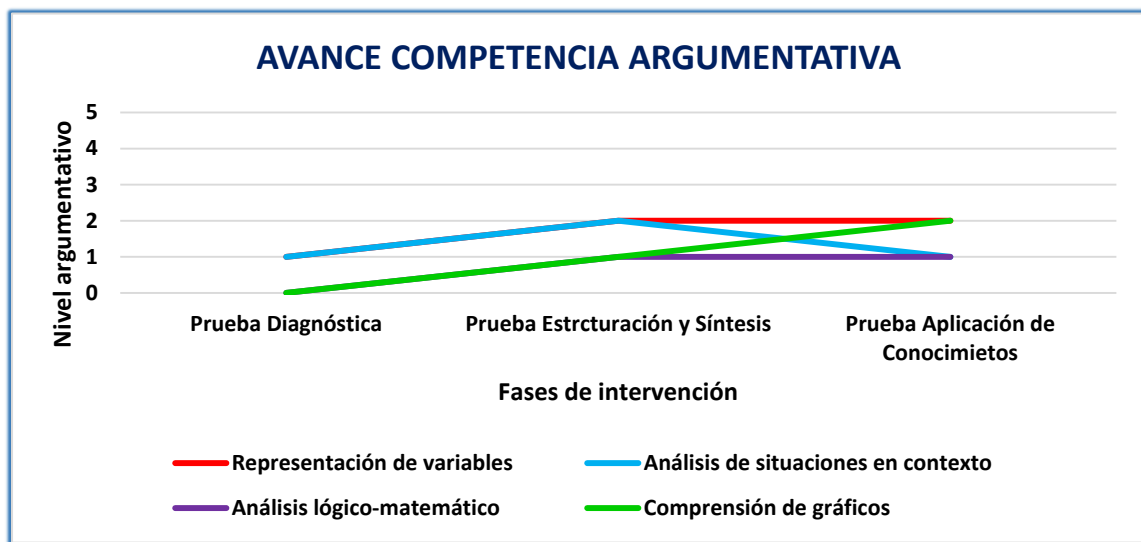


Figura 14. Niveles argumentativos del E5-EC en las tres pruebas

4.6. Estudio de caso E6-EC

Análisis general de E6-EC.

El estudiante en la prueba inicial de diagnóstico o pre test, utiliza representaciones múltiples como dibujos sin descripciones para las variables de los gases como presión, volumen y temperatura, aunque no las relaciona entre sí, demuestra deficiencias en la redacción, incoherencia entre ideas que plantea en algunos momentos, se le dificulta analizar los gráficos. En cuanto a los elementos del MAT, aparecen conclusiones y datos, a veces no se corresponden o se apoyan. Cuando se hace la intervención docente a partir del uso de las R.M, se logra evidenciar un progreso evidente, así mismo, aparecen otros elementos permitiendo afianzar argumentos.

Análisis E6-EC.

En el pre test, el estudiante presenta dibujos simples, poco elaborados, sin información que permita una mejor comprensión, no relaciona variables de los gases, su redacción es poco coherente porque se evidencian ideas, nociones y creencias que se sustentan en escasos saberes previos, no realiza ningún tipo de interpretación a gráficos sobre el comportamiento de los gases.

Los elementos del MAT, se apoyan sólo en conclusiones y datos, en ocasiones no hay relación entre ellos y no comprende en lo más mínimo, la forma de resolver los ejercicios lógico-matemáticos. Lo anterior lo ubica en un nivel argumentativo uno según la escala propuesta por los investigadores. Durante las pruebas de síntesis y estructuración y el pos test, se presenta un cambio significativo en la fundamentación teórica, porque sus descripciones son pertinentes, usa conceptos y lenguaje científico, menciona variables y su relación en un fenómeno determinado. En cuanto a los MAT, surgen conclusiones, datos y algunas garantías en categorías emergentes como representación de variables, análisis de situaciones en contexto y comprensión de gráficos. Mejora en el desarrollo de la competencia lógico-matemática. De acuerdo a esto, llega a un nivel argumentativo dos.

4.6.1. Análisis desde las representaciones múltiples

Representaciones de variables

- **Prueba diagnóstica:** Presenta dibujos apropiados en la temática de gases para las variables, gas y temperatura, pero en presión y volumen hace referencia a líquidos. Hay ideas, creencias, nociones no acertadas, no se presentan descripciones apropiadas para los fenómenos, hay incoherencia en las explicaciones. En aquellos contextos que requieren mayor abstracción, sus respuestas son cortas.

- **Prueba estructuración o síntesis:** Hay relación entre variables y algunas ideas y descripciones poco contundentes que explican el comportamiento de los gases, pero no representa por medio de gráficos o dibujos situaciones donde se relacionen conceptos como presión, volumen, termómetro, barómetro, llantas, etc.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Los gráficos son mejor elaborados, acompañados de explicaciones coherentes, hace descripciones pertinentes, aparecen conceptos y lenguaje científico. Sus ideas y nociones ya no se fundamentan sobre lo empírico, sino que los explica desde teorías.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** Se presenta incoherencia entre el texto, hace referencia a creencias e ideas no sustentadas, tiene nociones en situaciones contextualizadas un poco confusas y alejadas de la realidad, no hay conceptos científicos, su lenguaje es del común al parecer, porque no cuenta con saberes previos sobre el tema.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Las descripciones son más acertadas, avanza en análisis a gráficos construyéndolos de forma pertinente, el lenguaje es apropiado a la temática, aunque hay pocas ideas porque no las desarrolla lo suficiente.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Sus descripciones son mejor elaboradas, utiliza conceptos pertinentes, relaciona variables como presión, temperatura, el lenguaje permite analizar el progreso en el conocimiento sobre la temática gases ideales.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** Sin respuesta, al parecer el estudiante no cuenta con saberes previos que le permitan un acercamiento a la solución

- **Prueba estructuración o síntesis:** Relaciona adecuadamente las variables con sus valores, tiene ideas y nociones de como iniciar el proceso de solución. Escribe la fórmula correcta, aunque en su desarrollo, comete errores que no permiten una respuesta cierta. Usa notación simbólica pertinente para lo solicitado en los ejercicios.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Aún tiene falencias para desarrollar todos los ejercicios en esta categoría, en uno de ellos, logra resolverlo de forma correcta, presenta notaciones simbólicas, siendo sus descripciones oportunas.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** Sin respuesta. Se le dificulta analizar el gráfico, por ende, no realiza ninguna descripción
- **Prueba estructuración o síntesis:** Realiza representación gráfica de la relación entre temperatura y presión, conceptos adecuados para el tema, así como para el lenguaje científico para explicar fenómenos de movimiento molecular.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Hay análisis a la gráfica, relaciona variables, usa conceptos, lenguaje científico, descripciones coherentes lo que evidencia un avance en la competencia argumentativa a partir de R.M.

Tabla 19. Representaciones múltiples presentadas por E6-EC

En la siguiente tabla, se recogen todas las representaciones múltiples que se evidencian durante la secuencia didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la temática gases ideales.

	PRUEBA	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN O SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	
CATEGORÍAS EMERGENTES					
Representación de variables	de	Dibujos, ideas, Creencias, nociones	Ideas, descripciones	Ideas, nociones, gráficos, descripciones, conceptos, lenguaje	REPRESENTACIONES MÚLTIPLES
Análisis de situaciones en contexto		Creencias, ideas, nociones	Ideas, descripciones, gráficos, lenguaje	Descripciones, Conceptos, lenguaje	
Análisis matemático	lógico-	Sin respuesta	Ideas, nociones, notación simbólica	Notaciones simbólicas, descripciones	
Comprensión gráficos	de	Sin respuesta	Gráficos, conceptos, lenguaje	Descripciones, conceptos, lenguaje	

4.6.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin

Representaciones de variables

- **Prueba diagnóstica:** Sólo hay datos, porque la información suministrada es poca y no desarrolla completamente la solución a los interrogantes. Se le dificulta reconocer variables y aún más su relación.
- **Prueba estructuración o síntesis:** No hay un buen desarrollo de las respuestas, se presentan datos sin llegar a conclusiones, no explica relación entre ellos o entre las variables que sustentan el comportamiento de los gases.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Relaciona variables como presión, temperatura y volumen, se describen conclusiones apoyadas desde los datos y algunas garantías que fortalecen su análisis.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** Se le dificulta ser coherente, en algunas no presenta conclusiones ni datos, en otras sí escribe conclusiones y datos, siendo más coherente con los razonamientos y en una situación se evidencia conclusión y cualificador.

- **Prueba estructuración o síntesis:** No hay respuesta, haciendo imposible la identificación de los elementos del MAT
- **Prueba transferencia de conocimientos:** No hay un evidente progreso a partir de los elementos del MAT, aparecen así, sólo datos que no conllevan a la formación de conclusiones.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** Sin respuesta. No Es posible determinar elementos argumentativos en este ejercicio, al parecer, faltan ideas previas para abordarlos.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Aparecen datos y conclusiones porque interpreta bien la información, escribe las fórmulas adecuadas y hace un desarrollo a lo solicitado, aunque hay algunos errores que no permiten llegar a una respuesta acertada.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Uno de los ejercicios lo realiza de forma correcta, se identifica conclusiones, datos.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** No hay respuesta, tal vez no logró interpretar las variables del gráfico, falta comprensión y saberes previos que faciliten una respuesta.
- **Prueba estructuración o síntesis:** Aparecen algunas conclusiones y datos, aunque no se relacionan de forma directa con el gráfico ya que hace referencia a otras situaciones. Se le dificulta el análisis de escenarios donde se presente más de una variable.
- **Prueba transferencia de conocimientos:** Avanza en el análisis de gráficos, relaciona presión y temperatura de forma pertinente, se presenta así, conclusiones, datos que las apoyan y garantías que fortalecen el proceso argumentativo.

Tabla 20. Elementos del Mat que utiliza el E6-EC

Veamos ahora, el resumen de los elementos del MAT obtenidos de las respuestas del E6-EC a lo largo de la secuencia didáctica y de acuerdo con las categorías emergentes.

CATEGORÍAS EMERGENTES		PRUEBA	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN O SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	ELEMENTOS DEL MAT
		de	Datos	Datos	Conclusiones, datos, garantías	
Representación de variables			Datos, conclusiones	Sin respuesta	Datos, conclusiones	
Análisis de situaciones en contexto			Sin respuesta	Conclusiones, datos	Conclusiones, datos	
Análisis lógico-matemático			Sin respuesta	Conclusiones, datos	Conclusiones, datos, garantías	
Comprensión de gráficos						

Tabla 21. Niveles argumentativos del E6-EC en las tres pruebas

Para identificar los niveles argumentativos del E6-EC durante la enseñanza-aprendizaje de la temática gases ideales, de acuerdo a las categorías emergentes y con base a la incidencia de las R.M, se presenta la siguiente tabla.

CATEGORÍAS EMERGENTES		PRUEBA	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN O SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	NIVELES ARGUMENTATIVOS
		de				
Representación de variables			1	1	2	
Análisis de situaciones en contexto			1	0	2	
Análisis lógico-matemático			0	1	1	
Comprensión de gráficos			0	1	2	

El estudiante se encontraba en un nivel uno de la competencia argumentativa según la categoría emergente; representación de variables y análisis de situaciones en contexto lo que se explica desde el uso de ideas, nociones confusas sobre el tema, aunque desarrolla algunas ideas claras en ciertos apartados y da cuenta sólo de datos y conclusiones para explicar sus argumentos.

Posterior a la intervención de la secuencia didáctica, el E6-EC logra mejorar en el uso de

R.M como descripciones, conceptos y lenguaje propio de las ciencias. De igual forma, consolida sus respuestas con garantías, aparte de conclusiones y datos. En cuanto a análisis lógico-matemático y comprensión de gráficos, su nivel argumentativo era cero, no daba respuestas a las preguntas contextualizadas pero finalmente, mejora sus razonamientos, adquiere mayor conocimiento y alcanza un mejor nivel (uno y dos respectivamente en las categorías emergentes) por el uso de notaciones simbólicas, descripciones, conceptos y lenguaje científico y por el lado de los elementos del MAT; aparecen conclusiones, datos y garantías, ninguno de ellos estaba inicialmente.

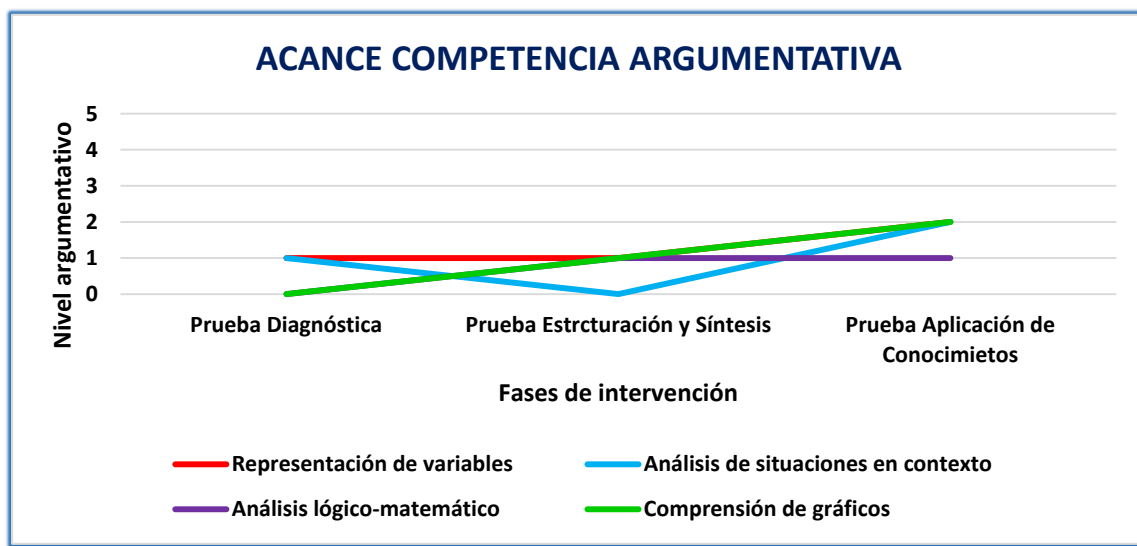


Figura 15. Nivel argumentativo de E6-EC en las cuatro categorías emergentes.

4.7. Estudio de caso E7-CN

Análisis general de E7-CN

Inicialmente se encontró en el estudiante el uso de algunas representaciones sencillas, las cuales no contemplan el uso de variables ni explicaciones textuales; ciertas dificultades de redacción, coherencia y errores conceptuales, también se hacen evidentes en las diferentes preguntas; sin embargo, presenta elementos argumentativos, lo cual permite ubicarlo en un nivel uno de argumentación. En la prueba de síntesis o estructuración no se alcanza a evidenciar mejoría

en los procesos argumentativos, esto se debe posiblemente a la poca comprensión de algunos conceptos abordados durante el momento de presentación de la nueva temática e igualmente al no uso o uso inadecuado de algunas representaciones. En el pos test se destaca la utilización de variables de los gases con análisis coherente, los textos e ideas dejan ver claridad en ciertos conceptos, pero el poco uso de elementos argumentativos nos permite ubicarlo en el mismo nivel inicial de argumentación (nivel uno). En las siguientes líneas se presenta de manera más detallada los resultados encontrados en las tres pruebas y conforme con las categorías emergentes.

Análisis E7-CN

Se identifican características que permiten comprender los conceptos relacionados con la ley de gases ideales. Durante las actividades de intervención se evidenció progreso en el análisis de situaciones en contexto y en la comprensión de gráficos. No se evidencia mejora en el uso de representaciones de variables y en el análisis lógico-matemático. Hay poca coherencia textual, uso de representaciones y de los elementos del MAT.

4.7.1. Análisis desde las representaciones múltiples

Representaciones de variables:

- **Prueba diagnóstica:** Utiliza para las variables de temperatura, presión y volumen representaciones tipo imágenes y creencias. Estas son simples y no se logran relacionar. Atendiendo a otras preguntas, es posible identificar descripciones con acercamiento a la ciencia aun cuando su lenguaje contiene elementos desde lo cotidiano. Además, retoma algunas ideas para explicar situaciones como la producción de gases en el estómago debido al consumo de algunos alimentos.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Las representaciones como dibujos e imágenes que utiliza para ejemplificar situaciones son claras y con mejor descripción, pero no se

complementan entre sí. Se evidencia progreso en sus elaboraciones cuando utiliza algunos diagramas manejados desde las explicaciones científicas.

- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El desarrollo textual se mantiene en el mismo nivel de coherencia entre sus ideas, realiza mejores asociaciones conceptuales y las representaciones que utiliza para los conceptos temperatura, presión y volumen son más pertinentes. En algunos casos emplea diagramas y dibujos con nociones de científicidad.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** Realiza un buen análisis de las situaciones que se le plantean, esto lo hace desde la escritura, en ningún caso utiliza otra forma de representación. Las explicaciones se fundamentan en conceptos e ideas fortaleciendo sus modelos mentales.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** El ejercicio escritural que realiza no guarda ninguna coherencia entre sus ideas, no es claro ni tampoco logra evidenciar que ha habido comprensión de la situación planteada. Sus representaciones están fundamentadas en creencias y nociones que poco tienen que ver con la ciencia. No utiliza otro tipo de representación para describir el fenómeno.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Las representaciones empleadas para esta categoría emergente apuntan a creencias y por supuesto algunas descripciones que dejan ver un progreso en el uso y comprensión de las situaciones planteadas.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante no presenta ninguna respuesta en esta categoría ya que no ha desarrollado ningún conocimiento previo.

- **Prueba de estructuración y síntesis:** Se muestra progreso en la interpretación de ejercicios, identifica variables y utiliza notaciones simbólicas, aunque no interpreta correctamente toda la información. Hay errores conceptuales aún.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El estudiante no desarrolló ningún tipo de producción y/o representación a nivel textual, gráfico o de otro tipo que permita establecer que ha habido progreso en este aspecto.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** En este punto no se identifica ningún tipo de producción textual ni tampoco otra clase de representaciones, esto permite establecer que no hay comprensión del gráfico presentado.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Sus explicaciones e ideas se acercan un poco más a las propuestas desde las ciencias, pero no logra demostrar una apropiación conceptual que le permita progresar en sus explicaciones y argumentos basados en sus representaciones.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El estudiante deja ver que no ha habido un dominio conceptual adecuado, no hay mucha comprensión de los gráficos y por tanto sus producciones son cortas y con poca coherencia. El lenguaje utilizado es desde lo cotidiano.

Tabla 22. Representaciones múltiples presentadas por E7-CN

A continuación, es posible identificar en la siguiente tabla los tipos de R.M más utilizados en cada una de las categorías emergentes.

PRUEBA	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	
CATEGORÍAS EMERGENTE				
Representación variables	de	Imágenes, creencias Descripciones	Dibujos, imágenes diagramas	Ideas, conceptos diagramas, dibujos
Análisis de situaciones en contexto		Conceptos, ideas y modelos mentales	Ideas, creencias y Nociones	Creencias descripciones
Análisis matemático	lógico-	Ninguna	Notaciones simbólicas descripciones	Ninguna
Comprensión gráficos	de	Ninguna	Ideas	Ideas

REPRESENTACIONES
MÚLTIPLES

4.7.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin

Representación de variables

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante realiza algunos textos cortos y coherentes que dejan ver sus ideas sobre T, P, V y gas, además, emplea determinados elementos del modelo propuesto por Toulmin como son las conclusiones y datos.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Para este momento el estudiante presenta sus ideas y descripciones un poco más extensas y con una leve mejoría en la coherencia textual. El uso de los elementos como conclusiones y datos es más evidente y con mejor conexión entre ellos.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** A nivel argumental continúa haciendo uso de la conclusión y los datos como los únicos elementos del modelo argumental de Toulmin a los que recurre para explicar situaciones que se le plantean. Sigue faltando establecer relación entre las variables de los gases ideales.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante deja ver una coherencia textual importante, sus ideas, aunque sin ningún sustento cercano a la ciencia, sí describe situaciones de tal forma que se logran comprender. En sus escritos emplea elementos como las conclusiones y datos.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** No deja ver el uso de datos ni conclusiones. No hay evidencia sobre la comprensión de los gráficos o de la relación entre variables.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** La producción textual no demuestra progreso, los análisis siguen siendo poco coherentes cuando se refieren a las variables de los gases ideales, sin embargo, deja ver el uso conclusiones y datos en algunas preguntas y en otras conclusiones, datos y garantías.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante no presenta ninguna respuesta lo que permite establecer que no hay saberes previos sobre el concepto de gases ideales.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Emplea algunos datos para referirse a las variables de los gases. Se presentan errores conceptuales en algunos momentos. Se queda corto para establecer conclusiones.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El estudiante no presenta ninguna respuesta lo que permite establecer que no hay saberes previos sobre la forma correcta de abordar este tipo de ejercicios.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** No emplea elementos del MAT pues no presenta respuesta.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Su producción textual es corta, aunque se presenta más clara y coherente por lo que se logra identificar una leve mejoría en este aspecto;

comprende mejor la relación entre variables. En algunos momentos sólo menciona datos, pero en otro tipo de preguntas, se evidencia el uso de datos y conclusiones.

- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Logra reconocer la ley de los gases desde la cual se sustenta el ejercicio, pero sólo presenta datos. Sus explicaciones son cortas.

Tabla 23. Elementos del Mat que utiliza el E7-CN

En la siguiente tabla se lograrán identificar los elementos del MAT más utilizados por E7-CN de acuerdo con las pruebas y las categorías emergentes.

PRUEBA		DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	ELEMENTOS DEL MAT
CATEGORÍAS EMERGENTES					
Representación de variables	de	Conclusiones Datos	Conclusiones, datos	Conclusiones, datos	
Análisis de situaciones en contexto		Conclusiones Datos	Ninguno	Conclusiones, datos garantías	
Análisis lógico-matemático	lógico-	No presenta	datos	No presenta	
Comprensión de gráficos		No presenta	Conclusiones, datos	Datos	

Tabla 24. Niveles argumentativos del E7-CN en las tres pruebas

A continuación, se presenta una síntesis del nivel argumentativo alcanzado por el estudiante E7-CN a partir de las representaciones múltiples y los elementos utilizados en el modelo argumental de Toulmin.

PRUEBA		DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	NIVELES ARGUMENTATIVOS
CATEGORÍAS EMERGENTES					
Representación de variables	de	1	1	1	
Análisis de situaciones en contexto		1	0	2	
Análisis lógico-matemático	lógico-	0	1	0	
Comprensión de gráficos		0	1	1	

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla anterior, es posible determinar que el

E7-CN presentó un leve progreso en el manejo de las representaciones múltiples para algunas de las categorías, como por ejemplo en el análisis de situaciones en contexto, la comprensión de gráficos y el análisis lógico matemático; este aspecto le permitió la elaboración y fortalecimiento de procesos argumentativos más cercanos a la ciencia e igualmente la vinculación de elementos del MAT que de alguna manera hacen que estos tomen mayor fuerza. No se identifica progreso en la representación de variables, puesto que siguen sin estar relacionadas unas con otras y acompañadas de pocos procesos lógico-matemáticos.

En conclusión, en el estudiante E7-CN no hay en términos generales un progreso a nivel argumentativo, por lo tanto, se ubica en un nivel argumentativo uno.

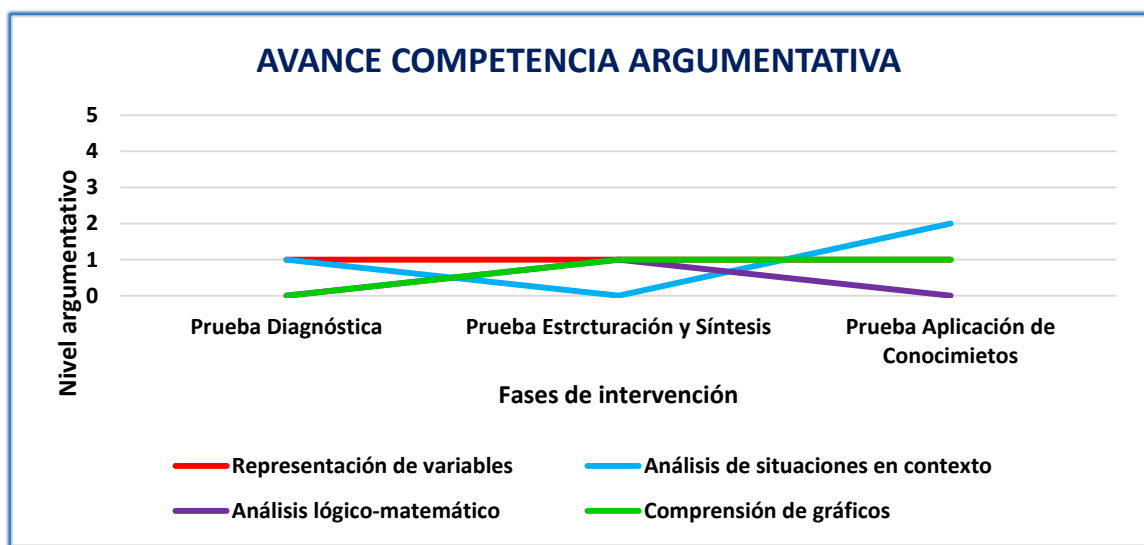


Figura 16. Nivel argumentativo de E7-CN en las cuatro categorías emergentes.

4.8. Estudio de caso E8-CN

Análisis general de E8-CN

Al principio durante el proceso de indagación de ideas previas se logra identificar el uso de representaciones un poco simples, esto para el caso de algunos conceptos en particular. Otras no cuentan con ningún tipo de explicación textual que posibilite una mayor comprensión de sus representaciones internas; sin embargo, en una de ellas sí logra presentar un gráfico un poco más

elaborado y cercano a las explicaciones científicas. Algunas dificultades de redacción, coherencia y errores conceptuales también se hacen presentes en las diferentes preguntas; no obstante, presenta elementos argumentativos, lo cual permite ubicarlo inicialmente en un nivel uno de argumentación. En la prueba de síntesis y estructuración se alcanza un progreso en el desarrollo de esta habilidad, esto puede deberse posiblemente a una mejor comprensión de algunos conceptos abordados durante el momento de presentación de la nueva temática e igualmente al uso apropiado de algunas representaciones. En el pos test se destaca el uso de variables de los gases de manera recurrente, se evidencia un progreso en su coherencia, sus textos e ideas dejan ver claridad en algunos conceptos y se avanza en el uso de elementos argumentativos, lo que permite ubicarlo en un nivel de argumentación dos.

Análisis E8-CN

Durante el análisis de los diferentes instrumentos realizados por la estudiante, es posible identificar que ha habido comprensión en la mayoría de los conceptos relacionados con la ley general de gases ideales. Durante el desarrollo de las actividades realizadas en la intervención se evidenció progreso en: representaciones de variables, análisis de situaciones en contexto, análisis lógico-matemático y en la comprensión de gráficos. Esta primera conclusión se establece a partir de la coherencia textual, el uso de representaciones y de los elementos del MAT. A continuación, se presenta de manera más detallada los resultados encontrados en las tres pruebas y conforme con las categorías emergentes.

4.8.1. Análisis desde las representaciones múltiples

Representaciones de variables:

- **Prueba diagnóstica:** En sus explicaciones hace uso de imágenes, ideas y creencias, siendo simples y en algunos momentos no se logran relacionar directamente con el concepto

abordado. En otras preguntas, se identifican representaciones de tipo descriptivas; estas tienen un importante acercamiento a la ciencia aun cuando su lenguaje contiene elementos desde lo cotidiano, entre ellas el concepto calor. De igual forma retoma algunas ideas con carácter de creencias para explicar situaciones como la producción de gases debido al consumo de algunos alimentos.

- **Prueba de estructuración y síntesis:** Aunque no se complementan entre sí, se muestra claridad en las descripciones que acompañan a las representaciones que utiliza para ejemplificar las variables de los gases. Se muestra progreso en sus elaboraciones cuando utiliza algunos diagramas más utilizados desde las explicaciones científicas.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** En el uso de representaciones gráficas y descriptivas se manifiesta un importante progreso. El desarrollo textual de la estudiante presenta una mejora en el nivel de coherencia entre sus ideas y las representaciones empleadas para los conceptos de temperatura, presión y volumen. En algunos casos utiliza diagramas y dibujos con nociones de científicidad que permiten establecer progreso en este aspecto.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** El ejercicio analítico inicial de E8-CN es muy bueno, sus explicaciones son extensas, aunque faltantes de coherencia en la mayoría de los casos. La descripción es la forma de representación más utilizada, aunque también fundamenta sus explicaciones en algunos conceptos e ideas.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Las representaciones se muestran como creencias, nociones e ideas frente a la relación entre altura sobre nivel del mar y temperatura; estas

representaciones poco tiene que ver con la ciencia. No hay elaboración de ningún gráfico o esquema que se constituya como comprensión de la situación planteada.

- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Se evidencia un progreso en esta categoría emergente; las representaciones utilizadas demuestran ser principalmente creencias, pero también se dejan ver algunas descripciones.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante no presenta ninguna respuesta en esta categoría emergente ya que no ha desarrollado ningún conocimiento previo.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Se evidencia progreso en la descripción de algunas variables, el uso de notación simbólica es poco. Se presenta un análisis simple de los ejercicios propuestos.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** No opera el ejercicio de forma matemática, pero establece gráficos y diagramas que dejan ver un progreso muy importante en la elaboración de representaciones acorde a la situación propuesta. Los gráficos están acompañados de algunas explicaciones coherentes.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstico**

En este punto se presenta una producción textual corta y coherente con el gráfico presentado. Sus representaciones son más de tipo ideas y conceptos. No elabora gráficos ni esquemas para profundizar en el análisis de la situación propuesta.

- **Prueba de estructuración y síntesis:** Se deja ver un progreso en esta categoría emergente en comparación con la prueba inicial. Cuenta con representaciones descriptivas; en ningún

caso presenta representaciones simbólicas, diagramas o mapas. Hay un notorio avance en la apropiación conceptual.

- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El estudiante E8-CN deja ver dominio conceptual adecuado e importante para esta categoría emergente; demuestra a través de su lenguaje coherente y uso de representaciones descriptivas que hay una comprensión pertinente de los gráficos y por tanto sus producciones, aunque cortas son acertadas. El lenguaje utilizado es desde algunas ideas científicas.

Tabla 25. Representaciones múltiples presentadas por E8-CN

A continuación, es posible identificar en la siguiente tabla los tipos de R.M más utilizadas en cada una de las categorías emergentes.

PRUEBA		DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	REPRESENTACIONES MÚLTIPLES
CATEGORÍAS EMERGENTES					
Representación variables	de	Imágenes, ideas y creencias descripciones	Diagramas	Gráficas, descripciones, dibujos	
Análisis de situaciones en contexto		Descripciones, conceptos e ideas	Creencias, nociones e ideas	Creencias, descripciones.	
Análisis matemático	lógico-	No presenta	Notaciones	Gráficos y diagramas	
Comprensión de gráficos		Ideas y conceptos	Descripciones	Descripciones	

4.8.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin

Representación de variables

- **Prueba diagnóstica:** El proceso argumental a este punto es muy básico, logra evidenciar conclusiones, pero solo en algunos casos. Se destaca el uso del concepto calor dentro de los textos que realiza para explicar las variables relacionadas con los gases ideales. Los textos guardan coherencia y lógica textual.

- **Prueba de estructuración y síntesis:** Para este momento el desarrollo textual del estudiante no es del todo coherente y aunque menciona algunas variables, estas no las relaciona de manera adecuada. El uso de conclusiones y datos es más evidente y con mejor conexión entre ellos, aspecto que representa un leve avance con relación a la prueba inicial.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** A nivel argumental continúa haciendo uso de la conclusión y los datos; sin embargo, en algunas preguntas realiza importantes aplicaciones de garantía, lo cual denota un avance significativo a nivel argumental, al menos con relación a esta categoría. Sus textos tienen más coherencia textual y mejor relación de variables.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante enuncia sus ideas alejadas de un carácter científico y con poca coherencia textual. En sus expresiones, hace uso principalmente de elementos argumentales como datos y en otros casos de conclusiones, aunque unas no guardan relación directa con las otras.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** No deja ver el uso de datos, pero sí conclusiones, aspecto que no le favorece si comparamos este punto con la misma categoría emergente de la prueba diagnóstica. Evidencia que no hay comprensión de los gráficos ni de la relación entre variables de manera completa.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El estudiante a través de su producción textual evidencia progreso a lo largo de esta investigación, sus análisis escritos siguen creciendo en coherencia cuando se refieren a las variables de los gases ideales. Deja ver el uso de conclusiones, datos y garantías.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante no presenta ninguna respuesta lo que permite establecer que no hay saberes previos sobre el concepto de gases ideales.
Prueba de estructuración y síntesis: El estudiante no logra establecer conclusiones, pero sí algunos datos. Relaciona de forma correcta las variables con los símbolos, pero no desarrolla los ejercicios.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El progreso a nivel argumental es bueno, emplea datos, conclusiones y garantías. No soluciona el problema de manera matemática, pero, construye textos explicativos de manera coherente y haciendo uso de conceptos científicos.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** Sus explicaciones son cortas y carentes de sustento científico. Del MAT sólo emplea los datos y en algunos casos no coinciden de manera directa con la pregunta o con la información presentada. La comprensión de gráficos en este punto es poca.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** En los textos se identifica una mejoría, ya que se deja ver de manera más clara y coherente pero no se extiende en sus explicaciones; comprende mejor la relación entre variables. En algunos momentos sólo menciona datos o datos y conclusiones. Comparados con la misma categoría de la prueba anterior, hay progreso en el uso de los elementos del MAT.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Presenta datos y conclusiones dentro de sus cortos, pero coherentes argumentos. Identifica la ley en el ejercicio propuesto. Maneja de

manera clara las constantes de proporcionalidad, lo que le posibilita también hacer una buena relación entre las variables de los gases ideales.

Tabla 26. Elementos del Mat que utiliza el E8-CN

En la siguiente tabla se podrán identificar los elementos del MAT más utilizados por E8-CN según las pruebas y las categorías emergentes.

PRUEBA		DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	
CATEGORÍAS EMERGENTES					ELEMENTOS DEL MAT
Representación de variables	de	Conclusiones	Conclusiones, datos	Conclusiones, datos y garantías	
Análisis de situaciones en contexto		Conclusiones Datos	Conclusiones	Conclusiones, datos y garantías	
Análisis lógico-matemático	lógico-	No presenta	Datos	Conclusiones, datos y garantías	
Comprensión de gráficos		Datos	Conclusiones, datos	Conclusiones, datos	

Tabla 27. Niveles argumentativos del E8-CN en las tres pruebas

A continuación, se presenta una síntesis del nivel argumentativo alcanzado por el estudiante E8-CN a partir de las representaciones múltiples y los elementos utilizados en el modelo argumental de Toulmin.

PRUEBA		DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	
CATEGORÍAS EMERGENTES					NIVELES ARGUMENTATIVOS
Representación de variables	de	1	1	2	
Análisis de situaciones en contexto		1	0	2	
Análisis lógico-matemático	lógico-	0	1	2	
Comprensión de gráficos		0	1	1	

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla anterior, es posible determinar que el E8-CN presentó un importante progreso en el manejo de las representaciones múltiples para

algunas de las categorías emergentes, como por ejemplo en las representaciones de variables, el análisis de situaciones en contexto y en el análisis lógico matemático; en la comprensión de gráficos también se presenta un avance, aunque no tan marcado como en los anteriores. Lo anterior, a este último aspecto, le permitió la elaboración y fortalecimiento de procesos argumentativos más cercanos a la ciencia.

En conclusión, en el estudiante E8-CN se presenta en términos generales un progreso en sus procesos de argumentación, por lo tanto, se ubica en un nivel argumentativo dos.

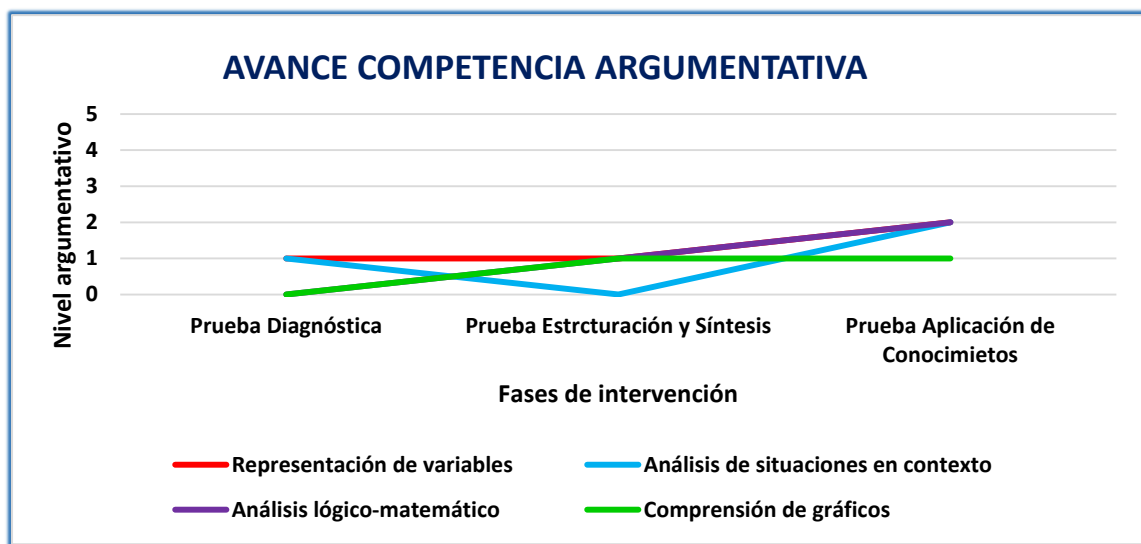


Figura 17. Nivel argumentativo de E8-CN en las cuatro categorías emergentes.

4.9. Estudio de caso E9-CN

Análisis general de E9-CN.

Al inicio, mediante la indagación de ideas previas se logra identificar el uso de pocas representaciones, algunas simples para el caso de temperatura y gas, otras descontextualizadas como en el volumen y otras inexistentes como en el caso de presión. Algunas no cuentan con ningún tipo de explicación textual que posibilite una mayor comprensión de sus representaciones internas. Se presentan dificultades de redacción, coherencia y errores conceptuales en las diferentes preguntas; no obstante, muestra elementos argumentativos, lo cual permite ubicarlo en un nivel uno de argumentación. En la prueba de síntesis y estructuración se alcanza un mayor progreso, esto

puede deberse posiblemente a una mejor comprensión de algunos conceptos abordados durante el momento de presentación de nueva la temática e igualmente al uso apropiado de representaciones. En el pos test se destaca el uso de variables de los gases de manera recurrente, se evidencia un progreso en su coherencia, sus textos e ideas dejan ver claridad en algunos conceptos y avanza en el uso de elementos argumentativos, permitiendo ubicarlo en un nivel de argumentación dos.

Análisis E9-CN.

El estudiante da cuenta de dificultades a nivel conceptual, sus conocimientos y explicaciones no son cercanos a la ciencia, la relación entre variables como presión, temperatura y volumen tiende a ser ambigua. En cuanto a los elementos del MAT se evidencian datos y conclusiones, estos se corresponden en varios casos. En cuanto a las R.M, hace uso de ideas, descripciones, notaciones simbólicas, nociones y dibujos que en algunas situaciones no están acompañados de explicaciones. Al final del proceso de intervención, se evidencia progreso en explicaciones más pertinentes y científicas, relaciona las diferentes variables de los gases, utiliza conclusiones, datos, garantías y cualificadores en sus respuestas. En R.M, hay descripciones mejor argumentadas, uso de conceptos y diagramas. A continuación, se presenta de manera más detallada los resultados encontrados en las tres pruebas y conforme con las categorías emergentes.

4.9.1. Análisis desde las representaciones múltiples.

Representaciones de variables:

- **Prueba diagnóstica:** Presenta principalmente representaciones como creencias, imágenes y dibujos para las variables de temperatura, presión, volumen y gas. Se caracterizan por ser simples y en ciertas ocasiones no se logran relacionar con el concepto abordado. Hay ideas cercanas a explicaciones científicas. No presenta ningún tipo de representación para explicar la relación entre la producción de gases debido al consumo de algunos alimentos.

- **Prueba de estructuración y síntesis:** Hay un reconocimiento importante de algunas variables relacionadas con los gases, aunque en algunos casos éstas no se complementan entre sí. Falta mayor estructuración de las ideas presentadas. Se evidencia progreso en sus elaboraciones cuando utiliza algunos diagramas más utilizados desde las explicaciones científicas.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Se demuestra un uso de representaciones gráficas más pertinentes. A nivel descriptivo se demuestra progreso, el desarrollo textual se manifiesta en el nivel de coherencia entre sus ideas, realizando mejores asociaciones entre éstas y las representaciones empleadas para sus ejemplos.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** El desarrollo analítico es bueno, aunque sus explicaciones son poco extensas y todavía con dificultades en la coherencia. La descripción, conceptos e ideas son las formas de representación más utilizadas. El uso de gráficos elaborados de manera propositiva para solucionar la situación es nulo.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Las representaciones utilizadas poco tienen que ver con la ciencia. No hay elaboración de ningún gráfico o esquema que se constituya como comprensión de la situación planteada.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Se evidencia un progreso en esta categoría emergente; presenta gráficos mejor elaborados para sustentar sus ideas relacionadas con las variables de los gases ideales. Las representaciones más utilizadas son las descripciones.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante no presenta ninguna respuesta en esta categoría emergente ya que no ha desarrollado ningún conocimiento previo.

- **Prueba de estructuración y síntesis:** Progresa en la interpretación de las variables temperatura, presión y volumen. Hace uso adecuado de ideas, notación simbólica y logra escribir la fórmula indicada para el ejercicio.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El estudiante no desarrolla el ejercicio de forma matemática; sin embargo, el uso de gráficos, notaciones simbólicas y descripciones en sus explicaciones para tratar de darle solución a la situación propuesta es interesante y denota un progreso en este aspecto.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante no presenta ninguna respuesta en esta categoría emergente ya que no ha desarrollado ningún conocimiento previo.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** El estudiante deja ver un leve progreso para este caso en particular en comparación con la prueba inicial. El gráfico es simple y no responde directamente la pregunta planteada, mientras que el gráfico propuesto para análisis cuenta con representaciones descriptivas; en ningún caso presenta representaciones simbólicas, diagramas o mapas.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Por parte de este estudiante se ha avanzado en el dominio conceptual, siendo importante para esta categoría emergente; demuestra a través del uso de representaciones y lenguaje coherente que alcanzó comprensión de los gráficos y por tanto sus producciones, aunque cortas son pertinentes.

Tabla 28. Representaciones múltiples presentadas por E9-CN

A continuación, es posible identificar en la siguiente tabla los tipos de R.M más utilizados en cada una de las categorías emergentes.

PRUEBA	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	
CATEGORÍAS EMERGENTES				
Representación de variables	Imágenes, dibujos y creencias	Diagramas	Gráficas y descripciones.	REPRESENTACIONES MÚLTIPLES
Análisis de situaciones en contexto	descripción conceptos e ideas	No presenta	Gráficos y descripciones.	
Análisis lógico-matemático	No presenta	Notaciones, ideas	Gráficos, notaciones simbólicas, descripciones.	
Comprensión de gráficos	No presenta	Gráficas y descripciones.	Gráficos y descripciones.	

4.9.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin

Representación de variables

- **Prueba diagnóstica:** En principio el proceso argumental es sencillo, el estudiante logra presentar algunos datos y conclusiones a las preguntas. Evidencia relaciones entre algunos conceptos, pero la coherencia textual y la relación entre variables es poca.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Hay un reconocimiento de las variables T, P y V y esto le permite elaborar textos más extensos y con mejor coherencia, incluso identificar la ley. Presenta datos y conclusiones en sus argumentos, aunque en algunos casos no guardan relación.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El estudiante se destaca en este punto por presentar sus argumentos de forma más estructurada, algunos elementos del MAT como datos, conclusiones y cualificadores modales son empleados en sus respuestas. Establece una muy buena relación entre las variables de los gases ideales.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** Para el análisis de esta categoría emergente, es posible identificar elementos del MAT como datos y conclusiones, aunque en algunos momentos desligados completamente. Los textos son poco estructurados y con falta de coherencia.

- **Prueba de estructuración y síntesis:** Permite identificar a través de esta categoría emergente el uso de datos solamente. Sus textos son demasiado cortos y con poca coherencia textual. Se destaca el uso de algunas variables como temperatura y presión en sus descripciones.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Se evidencia en sus textos más coherencia y lógica entre la relación de variables. Logra presentar elementos del MAT como datos, conclusiones y garantías; este aspecto es importante distinguirlo pues evidencia un ascenso a nivel argumentativo.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante no presenta ninguna respuesta lo que permite establecer que no hay saberes previos sobre el concepto de gases ideales.
Prueba de estructuración y síntesis: Surgen algunos datos, pero no conclusiones. De acuerdo al análisis realizado, falta mayor comprensión en el uso de fórmulas sobre gases ideales, además de evidenciarse errores conceptuales.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El estudiante E9-CN demuestra un progreso en este aspecto; aunque no responde la pregunta desde el proceso matemático, sí deja ver coherencia y cohesión entre las variables y los elementos del MAT a los que hace alusión, entre ellos datos y conclusiones.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante no presenta ninguna respuesta lo que permite establecer que no hay saberes previos sobre el concepto de gases ideales.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Las conclusiones y datos propuestos por E9-CN son pertinentes y guardan coherencia textual y relación entre las variables. El análisis que le

realiza a la gráfica es somero. Comparados con la misma categoría emergente de la prueba anterior hay progreso en el uso de los elementos del MAT.

- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El estudiante Presenta dentro de sus cortos textos, datos, conclusiones y garantías. Identifica la ley a la que se alude en el ejercicio propuesto. Maneja de manera clara las constantes de proporcionalidad, lo que le posibilita también hacer una buena relación entre las variables de los gases ideales.

Tabla 29. Elementos del Mat que utiliza el E9-CN

En las siguientes líneas se podrán identificar los elementos del MAT más utilizados por E9-CN según las pruebas y las categorías emergentes.

PRUEBA	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	ELEMENTOS DEL MAT
Representación de variables	Conclusiones Datos	Conclusiones Datos	Conclusiones Datos cualificadores	
Análisis de situaciones en contexto	Conclusiones Datos	Datos	Conclusiones, datos garantías	
Análisis lógico-matemático	No presenta	Datos	Conclusiones Datos	
Comprensión de gráficos	No presenta	Conclusiones Datos	Conclusiones, datos garantías	

Tabla 30. Niveles argumentativos del E9-CN en las tres pruebas

A continuación, se presenta una síntesis del nivel argumentativo alcanzado por el estudiante E9-CN a partir de las representaciones múltiples y los elementos utilizados en el modelo argumental de Toulmin.

PRUEBA	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	
CATEGORÍAS EMERGENTES				
Representación de variables	1	1	2	NIVELES ARGUMENTATIVOS
Análisis de situaciones en contexto	1	1	2	
Análisis lógico-matemático	0	1	1	
Comprensión de gráficos	0	1	2	

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla anterior, es posible determinar que el E9-CN presentó un importante progreso en el manejo de las representaciones múltiples para algunas de las categorías emergentes; este aspecto le permitió la elaboración, estructuración y fortalecimiento de procesos argumentativos más coherentes y con un importante acercamiento a los conceptos propio de la ciencia. Así mismo, no se puede negar que el uso de garantías y calificadores fortalecen sus propios argumentos.

En conclusión, en el estudiante E9-CN se presenta en términos generales un importante progreso en sus procesos de argumentación, por lo tanto, se ubica en un nivel argumentativo dos.

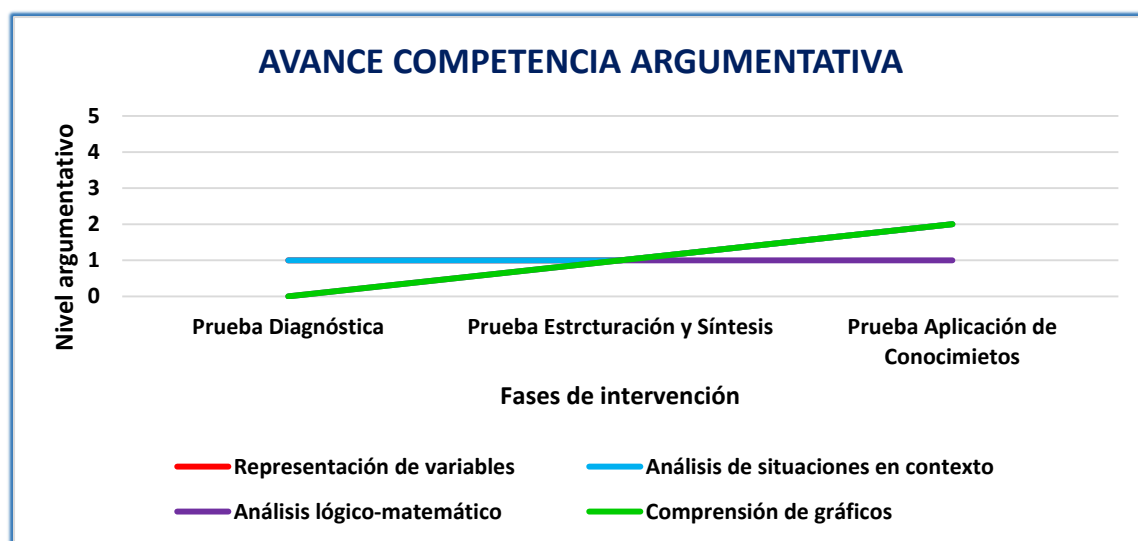


Figura 18. Nivel argumentativo de E9-CN en las cuatro categorías emergentes.

4.10. Estudio de caso E10-CN

Análisis general de E10-CN.

Uno de los primeros hallazgos en el estudiante con relación a las variables presentes en la ley de gases ideales es el uso de representaciones tipo dibujos muy simples. Estos no se encuentran acompañados de descripciones ni de ningún otro tipo de representaciones. En otras preguntas se logran identificar algunas dificultades para producir textos con coherencia y redacción fluida. En algunos casos no hace uso de los elementos propuestos por Toulmin en su modelo. En el pos test se destaca el uso de variables de los gases en las explicaciones que propone a los sucesos, hay una mejor coherencia, se alcanza mayor claridad en algunos conceptos, el uso de elementos argumentativos permite ubicarlo al final, en un nivel argumentativo dos.

Análisis E10-CN.

Durante la lectura de las distintas pruebas realizadas por el estudiante, es posible identificar los niveles de comprensión alcanzados con relación a la ley general de gases ideales. Revisando las cuatro categorías emergentes se logra establecer que ha habido un progreso en las siguientes: análisis de situaciones en contexto, análisis lógico-matemático y comprensión de gráficos; en el manejo de representaciones de variables el nivel se mantuvo constante desde la aplicación de la prueba inicial hasta la prueba final, pasando obviamente por la prueba de estructuración y síntesis. Lo anterior se menciona teniendo en cuenta la coherencia textual, el uso de representaciones y de los elementos del MAT.

A continuación, se presenta de manera más detallada los resultados encontrados en las tres pruebas y conforme con las categorías emergentes.

4.10.1. Análisis desde las representaciones múltiples

Representaciones de variables:

- **Prueba diagnóstica:** Para explicar cada una de las variables relacionadas con los gases ideales, el estudiante utiliza representaciones simples, solo en temperatura utiliza algunas descripciones, pero en general sus definiciones simples se asocian a imágenes y creencias. Atendiendo a otras preguntas, la representación más común son las descriptivas, sus ideas no se acercan mucho a la ciencia.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** No elabora ningún tipo de representación para darle solución a la situación que se le plantea.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El estudiante elabora algunas representaciones de tipo dibujos, notaciones simbólicas con descripciones, ambos son elementos importantes pues permiten evidenciar un progreso en su uso, también son más pertinentes con relación a la pregunta. En algunos casos no relaciona de manera adecuada las variables y por tanto el análisis desde las representaciones no es el más acertado.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** En la mayoría de preguntas que obedecen a la categoría emergente, el estudiante no hace elaboración de ningún tipo de gráfico, esquema, mapa u otro tipo de representaciones. En lo poco que explica solo deja ver algunas creencias e ideas relacionadas con un conocimiento netamente cotidiano.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** El estudiante no presenta ningún tipo de texto ni gráfico. No elabora ningún tipo de representación para darle solución a la situación que se le plantea.

- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Las representaciones empleadas para esta categoría emergente apuntan a creencias y por supuesto a algunas descripciones que dejan ver un progreso en el uso y comprensión de la misma. El uso de las pocas representaciones que deja ver tienen un alto componente explicativo desde lo cotidiano.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante no presenta ninguna respuesta ya que posiblemente, no ha desarrollado ningún conocimiento previo.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Se evidencia comprensión en la información suministrada, emplea la notación simbólica con el fin de darles solución a los ejercicios propuestos, escribe la ley de los gases correctamente.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Hay progreso a nivel textual. Este se encuentra acompañado de ideas que, aunque no tienen soporte matemático sí evidencia un valioso proceso de razonamiento lógico. Utiliza además dentro de sus explicaciones algunas notaciones simbólicas. No es del todo lógico en sus textos.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** En este punto no se identifica ningún tipo de producción textual ni tampoco otra clase de representación, esto permite establecer que no hay comprensión del gráfico presentado.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Durante el desarrollo de la prueba es claro que ha habido un avance a nivel conceptual. El gráfico elaborado, aunque simple, presenta algunas variables que se logran relacionar de forma coherente, es además pertinente con el objetivo de la pregunta. Realiza significativas descripciones que dejan ver un mejor nivel de comprensión de gráficos.

- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Con relación a la prueba anterior, no se logra evidenciar en términos de representaciones un avance. Expresa su conocimiento sobre la ley aplicada, aunque no es coherente en las ideas y descripciones que emplea para explicarla.

Tabla 31. Representaciones múltiples presentadas por E10-CN

A continuación, es posible identificar en el siguiente diagrama los tipos de R.M más utilizadas en cada una de las categorías emergentes.

PRUEBA		DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	REPRESENTACIONES MÚLTIPLES
CATEGORÍAS EMERGENTES					
Representación variables	de	Imágenes Creencias Descripciones ideas	No responde	Notaciones simbólicas Dibujos descripciones	
Análisis de situaciones en contexto		Creencias ideas	No responde	Creencias descripciones	
Análisis matemático	lógico-	Ninguna	Notaciones simbólicas	Gráficos, Ideas Notación simbólica	
Comprensión gráficos	de	Ninguna	Creencias Gráficos	Creencias Gráficos	

4.10.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin

Representación de variables

- **Prueba diagnóstica:** En el ejercicio explicativo las ideas expuestas son muy básicas, no están relacionadas unas con otras por lo que de alguna manera es difícil establecer que presenta elementos del MAT como datos y conclusiones en un mismo argumento; sin embargo, si los deja ver por separado.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** En el proceso argumental progresa, aporta datos, conclusiones y garantías. No hay relación entre los conceptos de T, P y V, pero desarrolla representaciones gráficas acompañadas por ideas.

- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Hacen descripciones escritas sencillas, presenta elementos del MAT como datos y conclusiones. En sus textos establece relaciones entre la presión y las conclusiones a las que llega o pretende defender. Las variables son relacionadas de manera más coherente, ejemplificando en algunos casos.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** No todas las preguntas pertenecientes a esta categoría emergente son resueltas por el estudiante, posiblemente porque su conocimiento sobre las variables T, P y V y la relación entre ellas es nulo o poco. De manera sencilla y clara logra presentar algunos datos y conclusiones, aunque no se corresponden directamente unas con otras.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** No deja ver el uso de datos ni conclusiones. Es evidente que no hay comprensión de los gráficos ni de la relación entre variables. No resuelve la situación.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Plantea una relación de variables, aunque no corresponde. Presenta datos, conclusiones y garantías, esto es muy objetivo pues evidencia progreso en sus argumentaciones, aunque en su redacción no es coherente o completamente claro.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante no presenta ninguna respuesta lo que permite establecer que no hay saberes previos sobre el concepto de gases ideales.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Surgen algunos datos, aunque incoherentes. Propone soluciones sencillas a los ejercicios, pero no llega a la respuesta adecuada. Se le dificulta interpretar variables.

- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El estudiante no da una solución matemática al ejercicio, pero establece textos cortos con coherencia textual, y aunque soluciona de alguna manera la pregunta, deja ver un avance en el proceso lógico que es pertinente. Presenta datos y conclusiones en sus argumentos.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** No emplea elementos del modelo argumental de Toulmin pues no presenta respuesta.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** En algunos momentos sólo menciona datos, pero en otro tipo de pregunta evidencia el uso de datos y conclusiones. Establece coherencia textual entre ellas.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Logra reconocer la ley de los gases desde la cual se sustenta el ejercicio, pero sólo presenta datos. Hay mayor coherencia con relación a la prueba inicial, pero se conserva igual que la prueba de estructuración y síntesis.

Tabla 32. Elementos del Mat que utiliza el E10-CN

En la siguiente tabla se podrán identificar los elementos del MAT más utilizados por E10-CN de acuerdo con las pruebas y las categorías emergentes.

PRUEBA CATEGORÍAS EMERGENTES		DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	ELEMENTOS DEL MAT
Representación variables	de	Conclusiones, Datos	Conclusiones, datos	Conclusiones, datos, garantías	
Análisis de situaciones en contexto		Conclusiones, Datos	Ninguno	Conclusiones datos, garantías	
Análisis matemático	lógico-	No presenta	Datos	Conclusiones, datos	
Comprensión de gráficos		No presenta	Conclusiones, datos	Datos	

Seguidamente, se presenta una síntesis del nivel argumentativo alcanzado por el estudiante E10-CN a partir de las R.M y los elementos utilizados en el modelo argumental de Toulmin.

Tabla 33. Niveles argumentativos del E10-CN en las tres pruebas

PRUEBA		DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	NIVELES ARGUMENTATIVOS
CATEGORÍAS EMERGENTES					
Representación	de	1	2	1	
Análisis de situaciones en contexto		1	0	2	
Análisis	lógico-	0	1	1	
matemático					
Comprensión de gráficos		0	1	1	

De acuerdo con los resultados anteriores, el E10-CN logró el fortalecimiento de la competencia argumentativa, ya que hace uso de R.M para dar explicaciones sobre la temática de gases ideales, que, a su vez, permiten determinar los elementos de acuerdo con el MAT y así, establecer un nivel argumentativo. Inicialmente no mostraba conocimiento en las categorías emergentes: análisis lógico-matemático y comprensión de gráficos; sin embargo, en la prueba de transferencia de conocimientos, asciende en su interpretación y análisis. Es importante resaltar que este estudiante mejoró en la lectura y análisis de gráficos, el uso del lenguaje propio de las ciencias y sustenta con mejor validez algunos de sus argumentos. En conclusión, E10-CN pasa de un nivel uno a un nivel dos en las categorías emergentes: representación de variables y análisis a situaciones en contexto y de un nivel cero a un nivel uno en el análisis lógico-matemático y en la representación de gráficos.

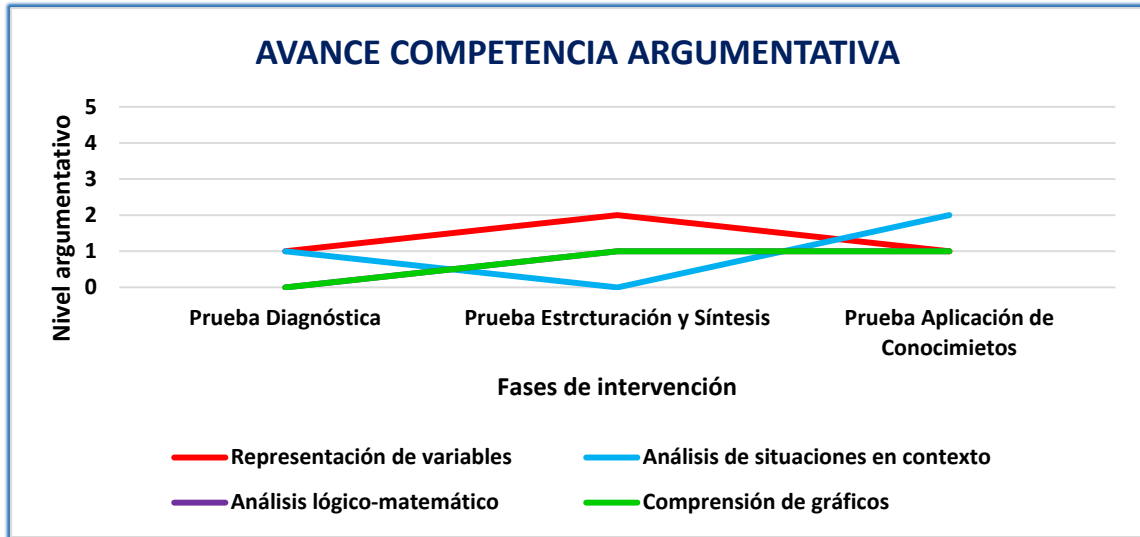


Figura 19. Nivel argumentativo de E10-CN en las cuatro categorías emergentes.

4.11. Estudio de caso E11-CN

Análisis general de E11-CN.

En la prueba diagnóstica el estudiante en términos generales se ubica en un nivel argumentativo cero y uno de acuerdo con las categorías emergentes, porque las soluciones que propone para los distintos problemas siempre las sustenta desde el conocimiento cotidiano, cuenta con errores conceptuales de profundidad y en la mayoría de los casos no establece ninguna relación entre las variables de los gases. A pesar de ello, logra emplear en ciertas preguntas los elementos propuestos en el modelo argumental de Toulmin, entre ellos las conclusiones, los datos, las garantías y en un número mínimo de veces los cualificadores modales. Con relación al uso de R.M las más utilizadas son las descripciones, creencias, ideas, gráficos y dibujos. Con respecto a la prueba de estructuración y síntesis, realiza descripciones más pertinentes y cercanas a la ciencia. Finalmente, se ubica en el nivel dos en donde el progreso es más evidente, ya que en la prueba de transferencia de conocimientos da cuenta de un mejor manejo en R.M y elementos del MAT.

Análisis E11-CN.

El estudiante deja notar que se han presentado algunas falencias a nivel conceptual que dificultan el proceso de construcción de textos con coherencia y buena relación entre las variables que intervienen en el estudio de los gases ideales. Durante el desarrollo de las actividades realizadas en la intervención se evidenció progreso en: análisis de situaciones en contexto, análisis lógico-matemático y en la comprensión de gráficos. En las representaciones de variables también lo hubo, pero este fue menos notorio. Esto se establece en principio por la coherencia textual, el uso de representaciones y de los elementos del MAT.

4.11.1. Análisis desde las representaciones múltiples

Representaciones de variables:

- **Prueba diagnóstica:** Durante el desarrollo de esta prueba el estudiante presentó representaciones de tipo descriptivo, creencias e ideas. De igual modo, las imágenes que utiliza son sencillas y no tiene texto explicativo. Se encuentran ideas poco estructuradas y la representación de volumen es ambigua.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Hay reconocimiento de las variables y desarrolla descripciones y representaciones gráficas acorde a la variable analizada. Se evidencia progreso en sus elaboraciones cuando utiliza algunos diagramas cercanos a las explicaciones científicas.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El uso de las representaciones gráficas sigue siendo muy simple; sin embargo, las acompaña de descripciones que le dan mayor fuerza y comprensión. En algunos casos emplea diagramas y dibujos con nociones de científicidad que permiten establecer progreso en este aspecto.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** En este punto hay un importante reconocimiento de algunas variables de los gases. Emplea representaciones descriptivas con coherencia y un lenguaje más científico para darle solución a las situaciones que se le plantean. No construye esquemas.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Las representaciones se muestran como creencias, nociones e ideas frente a la relación entre altura sobre nivel del mar y temperatura; estas representaciones poco tiene que ver con la ciencia, aunque el lenguaje es más apropiado.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Se evidencia un progreso en la categoría emergente porque las representaciones utilizadas demuestran ser principalmente creencias, pero también se dejan ver algunas descripciones.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante no presenta ninguna respuesta ya que al parecer no ha desarrollado ningún conocimiento previo.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Se le dificulta plantear ecuaciones de manera adecuada para llegar a una solución. Deja ver ideas y nociones cuando relaciona símbolos a la temperatura con la presión y volumen.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El estudiante no desarrolla el ejercicio de forma matemática, pero crea gráficos y diagramas que evidencian una mejor elaboración de representaciones acorde a la situación propuesta. Los gráficos están acompañados de explicaciones coherentes.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante no presenta ninguna respuesta en esta categoría emergente ya que no ha desarrollado ningún conocimiento previo.

- **Prueba de estructuración y síntesis:** Aunque el análisis propuesto a la situación no es pertinente, sí presenta un análisis del gráfico coherente y estructurado. Utiliza diagramas donde representa variables, usa lenguaje y conceptos propios de las ciencias. En algunos casos utiliza ideas y nociones para explicar fenómenos un poco complejos.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El estudiante E11-CN deja ver que en algunos ejercicios se le dificulta el análisis de los gráficos. Presenta textos incoherentes por momentos y carentes de realidad científica. Realiza descripciones principalmente.

Tabla 34. Representaciones múltiples presentadas por E11-CN

A continuación, es posible identificar en la siguiente tabla los tipos de R.M más utilizadas en cada una de las categorías emergentes.

PRUEBA		DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	REPRESENTACIONES MÚLTIPLES
CATEGORÍAS EMERGENTES					
Representación variables	de	Imágenes, ideas, creencias, descripciones	Diagramas, descripciones	Diagramas, descripciones, dibujos	
Análisis de situaciones en contexto		Descripción	Creencias, nociones e ideas	Creencias, descripciones.	
Análisis matemático	lógico-	No presenta	Nociones e ideas	Gráficos, diagramas y descripciones.	
Comprensión de gráficos		No presenta	Ideas, ideas y nociones.	Descripciones	

4.11.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin

Representación de variables

- **Prueba diagnóstica:** El proceso argumental es simple, en algunos casos presenta datos y en otras conclusiones, siempre por separado. No hay ideas muy estructuradas con relación al MAT. Aparecen algunas variables, pero poco relacionadas.

- **Prueba de estructuración y síntesis:** El proceso mejora a nivel argumentativo, logra relacionar muy poco algunas variables, pero consigue presentar datos y conclusiones, esto lo hace de forma coherente.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** A nivel argumental continúa haciendo uso de la conclusión y los datos; sin embargo, en las descripciones que plantea hay un poco más de coherencia y relación. Las ideas están más estructuradas y con un mayor acercamiento a las ciencias.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante enuncia sus ideas alejadas de un carácter científico y con poca coherencia textual. Hace uso muy somero de algunos datos y de algunas conclusiones.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** El estudiante no presenta ninguna respuesta lo que permite establecer que no hay saberes previos sobre el concepto de gases ideales.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Deja ver el uso de conclusiones, datos y garantías, aspecto que es importante distinguir pues evidencia un ascenso a nivel argumentativo. Buena producción textual, sus análisis escritos crecen en coherencia cuando se refieren a las variables de los gases ideales.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante no presenta ninguna respuesta lo que permite establecer que no hay saberes previos sobre el concepto de gases ideales.

Prueba de estructuración y síntesis: Se le dificulta plantear soluciones adecuadas teniendo en cuenta los datos que propone. Al parecer no comprende la ley de los gases ideales a utilizar. No da solución al ejercicio de manera pertinente.

- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Utiliza elementos del MAT como datos, conclusiones y garantías. El progreso a nivel argumental del estudiante E11-CN es evidente, aunque no soluciona el problema de manera matemática, sí construye textos con ayuda de conceptos científicos.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante no presenta ninguna respuesta lo que permite establecer que no hay saberes previos sobre el concepto de gases ideales.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Menciona datos y conclusiones. Hay mejor producción textual y coherencia, pero no se extiende en sus explicaciones, comprende mejor la relación entre variables.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Presenta datos y conclusiones dentro de sus cortos, pero coherentes argumentos e identifica la ley. Se expresa de forma estructurada y con palabras cercanas a las explicaciones científicas.

Tabla 35. Elementos del Mat que utiliza el E11-CN

A continuación, se podrá identificar los elementos del MAT más utilizados por E11-CN según la prueba y la categoría emergente.

CATEGORÍAS EMERGENTES	PRUEBA	DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	ELEMENTOS DEL MAT
Representación de variables	de	Conclusiones, datos	Conclusiones, datos	Conclusiones, datos	
Análisis de situaciones en contexto		Conclusiones, datos	Conclusiones	Conclusiones, datos, garantías	
Análisis lógico-matemático	lógico-	No presenta	Datos	Conclusiones, datos, garantías	
Comprensión de gráficos		No presenta	Conclusiones, datos	Conclusiones, datos	

Tabla 36. Niveles argumentativos del E11-CN en las tres pruebas

Seguidamente, se presenta una síntesis del nivel argumentativo alcanzado por el estudiante E11-CN a partir de las representaciones múltiples y los elementos utilizados en el modelo argumental de Toulmin.

PRUEBA		DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	NIVELES ARGUMENTATIVOS
CATEGORÍAS EMERGENTES					
Representación de variables		0	1	1	
Análisis de situaciones en contexto		1	0	2	
Análisis lógico-matemático		0	1	2	
Comprensión de gráficos		0	1	1	

Teniendo en cuenta lo anterior, es posible determinar que el E11-CN presentó un significativo avance en el manejo de las R.M para algunas de las categorías emergentes, como por ejemplo en el análisis de situaciones en contexto y el análisis lógico-matemático; en las representaciones de variables y la comprensión de gráficos también se presenta un avance, aunque no tan marcado como en los anteriores; este aspecto le facilitó fortalecer procesos argumentativos.

En conclusión, en el estudiante E11-CN se presenta en términos generales un progreso en sus procesos de argumentación, por lo tanto, se ubica en un nivel argumentativo dos.

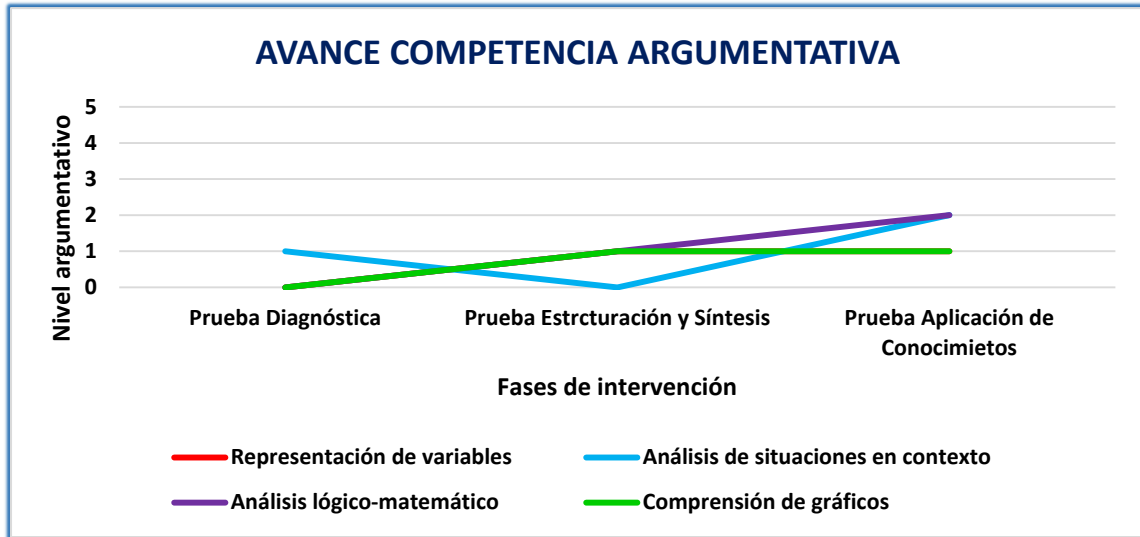


Figura 20. Nivel argumentativo de E11-CN en las cuatro categorías emergentes.

4.12. Estudio de caso E12-CN

Análisis general de E12-CN.

Durante el desarrollo del pre test, el estudiante usa dibujos con errores conceptuales en sus explicaciones y en otros recurre sólo a las descripciones, sus análisis parten de ideas y nociones construidas desde el conocimiento común, aunque se acerca en algunos casos a situaciones explicadas a partir del conocimiento científico. Se le dificulta el análisis de gráficos y no relaciona de manera directa el T, P y V entre sí. Aparecen en algunos momentos conclusiones y datos en la argumentación sobre variables de los gases y en el análisis de situaciones en contexto. En la prueba de síntesis o estructuración, reconoce variables, explica coherentemente algunas situaciones, hace uso de diferentes representaciones como dibujos, gráficos y descripciones. Aparecen elementos como conclusiones, datos y garantías. Al finalizar el proceso de intervención, en el pos test, utiliza representaciones textuales y gráficas, analiza esquemas y aparecen a parte de los elementos del MAT anteriormente mencionados las garantías.

Análisis E12-CN

Inicialmente es posible identificar un progreso evidente en la medida en que se progresa en

cada uno de los momentos de intervención. De manera particular, en cuanto a R.M manifiesta mayor coherencia en las explicaciones, uso de lenguaje propio de las ciencias, relaciona variables, análisis pertinente a gráficos, esquematiza algunas ideas y descripciones amplias. Con relación a los elementos del MAT consigue presentar conclusiones, datos y garantías en algunas de las actividades que se realizan.

4.12.1. Análisis desde las representaciones múltiples

Representaciones de variables:

- **Prueba diagnóstica:** Durante esta prueba se presenta principalmente representaciones de tipo creencias, imágenes y gráficos para las variables de T, P, V y gas. Las representaciones son simples, con errores conceptuales y sin correlación. Hay ideas que se acercan a explicaciones científicas.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** En esta prueba no se evidencia ningún progreso importante, sigue usando creencias, dibujos y descripciones simples y con algunos errores conceptuales; algunas gráficas demuestran mejor apropiación conceptual y el reconocimiento de las variables. Falta mayor estructuración de las ideas presentadas.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Se demuestra un uso de representaciones gráficas más pertinentes. A nivel descriptivo se demuestra un importante avance, mejora en la producción escrita y coherencia de sus textos. Utiliza descripciones, gráficos y dibujos con los conceptos como temperatura, presión y volumen.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** Hay algunas dificultades para responder directamente a la pregunta planteada, los gráficos, descripciones y dibujos siguen siendo sencillos y carentes de

argumentos científicos. No se evidencia el uso de representaciones de acuerdo con las situaciones planteadas de manera propositiva.

- **Prueba de estructuración y síntesis:** Las representaciones utilizadas poco tienen que ver con la ciencia. No hay elaboración de ningún gráfico o esquema que se constituya como comprensión de la situación planteada. Se nota un retroceso con relación a la misma categoría emergente de la prueba anterior. Utiliza principalmente descripciones.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El estudiante E12-CN retoma nuevamente la elaboración de gráficos, descripciones y notaciones simbólicas, aunque no tan acordes a la pregunta planteada. Expresa ideas y nociones un poco más coherentes, usa algunos conceptos relacionados con la situación contextualizada.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante no presenta ninguna respuesta en esta categoría emergente ya que no ha desarrollado ningún conocimiento previo.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Establece una buena relación entre las variables de los gases ideales usando notaciones simbólicas, deja en evidencia algunas nociones de cómo solucionar la situación problema. Escribe la fórmula correcta, pero comete errores matemáticos.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** No desarrolla el ejercicio de forma matemática; pero si utiliza gráficos, notaciones simbólicas y descripciones en sus explicaciones manifestando un progreso en este aspecto. Los gráficos están acompañados de explicaciones más coherentes.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante sólo presenta algunos datos relacionados con las variables. Sus explicaciones son cortas e incoherentes en algunos casos. Se apoya en descripciones someras.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Establece relación entre los datos y la pregunta, pero no relaciona variables de manera adecuada. Utiliza descripciones. No hay un análisis claro del fenómeno y en ningún caso presenta representaciones simbólicas, diagramas o mapas.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El estudiante ha avanzado en el dominio conceptual para la categoría emergente; demuestra a través de descripciones y su lenguaje coherente que hay comprensión de gráficos y por tanto sus producciones, aunque son cortas son pertinentes.

Tabla 37. Representaciones múltiples presentadas por E12-CN.

A continuación, es posible identificar en la siguiente tabla los tipos de R.M más utilizadas en cada una de las categorías emergentes.

PRUEBA		DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	REPRESENTACIONES MÚLTIPLES
CATEGORÍAS EMERGENTES					
Representación variables	de	Imágenes, creencias y gráficos	Creencias, dibujos, descripciones y gráficos.	Dibujos, gráficos y descripciones.	
Análisis de situaciones en contexto		Dibujos, gráficos y descripciones.	No presenta	Gráficos, notaciones simbólicas y descripciones.	
Análisis matemático	lógico-	No presenta	Notaciones simbólicas	Gráficos, notaciones simbólicas y descripciones.	
Comprensión de gráficos		Descripciones	Descripciones.	Gráficos y descripciones.	

4.12.2. Análisis desde el modelo argumental de Toulmin

Representación de variables

- **Prueba diagnóstica:** En algunos casos emplea datos y conclusiones. En sus explicaciones falta acercarse más a las definiciones propias de la ciencia. No se evidencia relación entre algunos conceptos, pero la coherencia textual y la relación entre variables es poca.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** Hay un reconocimiento de las variables T, P y V, esto le permite elaborar textos más extensos y con mejor coherencia, incluso identificar la ley. Presenta datos y conclusiones en la mayoría de sus argumentos.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Presenta dentro de sus explicaciones algunos datos, conclusiones y garantías. No responde la pregunta y relaciona de forma errada las variables para explicar el fenómeno.

Análisis de situaciones en contexto

- **Prueba diagnóstica:** Para el análisis de la categoría emergente, es posible identificar elementos del MAT como datos y conclusiones, pero algunos no establecen ningún tipo de relación. Las explicaciones son cortas y carentes de coherencia. En otros casos no da respuesta acertada.
- **Prueba de estructuración y síntesis:** La respuesta brindada en este caso no corresponde con el fenómeno planteado, lo cual significa que, con respecto a la misma categoría de la prueba anterior, hubo un retroceso. No se evidencian elementos del MAT.
- **Prueba de transferencia de conocimientos:** Si bien es cierto que no hay un avance significativo para la categoría en cuestión, se logran identificar el empleo de algunos elementos del MAT como datos y conclusiones. Hay una mejor relación de variables y explicaciones mejor sustentadas.

Análisis lógico-matemático

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante no presenta ninguna respuesta lo que permite establecer que no hay saberes previos sobre el concepto de gases ideales.

Prueba de estructuración y síntesis: Aparecen datos y conclusiones porque interpreta bien la información, escribe las fórmulas adecuadas y hace un desarrollo a lo solicitado, aunque hay algunos errores que no permiten llegar a una respuesta acertada.

- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El estudiante E12-CN evidencia un progreso leve en este aspecto; aunque no responde matemáticamente el ejercicio, deja ver relación y cohesión entre las variables y los elementos del MAT a los que hace alusión, entre ellos datos y conclusiones.

Comprensión de gráficos

- **Prueba diagnóstica:** El estudiante no establece ninguna relación entre las variables. Textos incoherentes y sin ningún acercamiento a las explicaciones científicas. Solo presenta datos.

- **Prueba de estructuración y síntesis:** Las conclusiones y datos propuestos por E12-CN son pertinentes y guardan cierto nivel de coherencia textual. El análisis realizado a la gráfica es somero. Comparando con la misma categoría emergente de la prueba anterior hay progreso en el uso de elementos del MAT.

- **Prueba de transferencia de conocimientos:** El estudiante Presenta dentro de sus cortos textos datos, conclusiones y garantías. Identifica la ley a la que se alude en el ejercicio propuesto. Maneja de manera clara las constantes de proporcionalidad, lo que le posibilita también hacer una buena relación entre las variables de los gases ideales.

Tabla 38. Elementos del Mat que utiliza el E12-CN

En la siguiente tabla, podrán identificar los elementos del MAT más utilizados por E12-CN según las pruebas y las categorías emergentes.

PRUEBA		DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	ELEMENTOS DEL MAT
CATEGORÍAS EMERGENTES					
Representación	de	Conclusiones, Datos	Conclusiones, datos	Conclusiones, datos, garantías	
Análisis de situaciones en	contexto	Conclusiones, datos	No presenta	Conclusiones, datos	
Análisis	lógico- matemático	No presenta	Datos	Conclusiones, datos	
Comprensión de gráficos		Datos	Conclusiones, datos	Conclusiones, datos garantías	

Tabla 39. Niveles argumentativos del E12-CN en las tres pruebas

En relación a lo anterior, se presenta una síntesis del nivel argumentativo alcanzado por el estudiante E12-CN a partir de las representaciones múltiples y los elementos utilizados en el modelo argumental de Toulmin.

PRUEBA		DIAGNÓSTICO PRE TEST	ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	NIVELES ARGUMENTATIVOS
CATEGORÍAS EMERGENTES					
Representación	de	1	1	2	
Análisis de situaciones en	contexto	1	0	1	
Análisis	lógico- matemático	0	1	1	
Comprensión de gráficos		0	1	2	

Analizando la información de la tabla anterior, es posible determinar que el E12-CN presentó un importante progreso en el manejo de las representaciones múltiples para algunas de las categorías emergentes, principalmente a nivel de representación de variables y comprensión de gráficos; este aspecto le viabilizó el fortalecimiento de procesos argumentativos más coherentes y con un importante acercamiento a los conceptos propios de la ciencia. No se puede negar que el uso de garantías fortalece sus propios argumentos.

En conclusión, el estudiante E12-CN presenta en términos generales, un importante

progreso en sus procesos de argumentación, por lo tanto, se ubica en un nivel argumentativo dos.

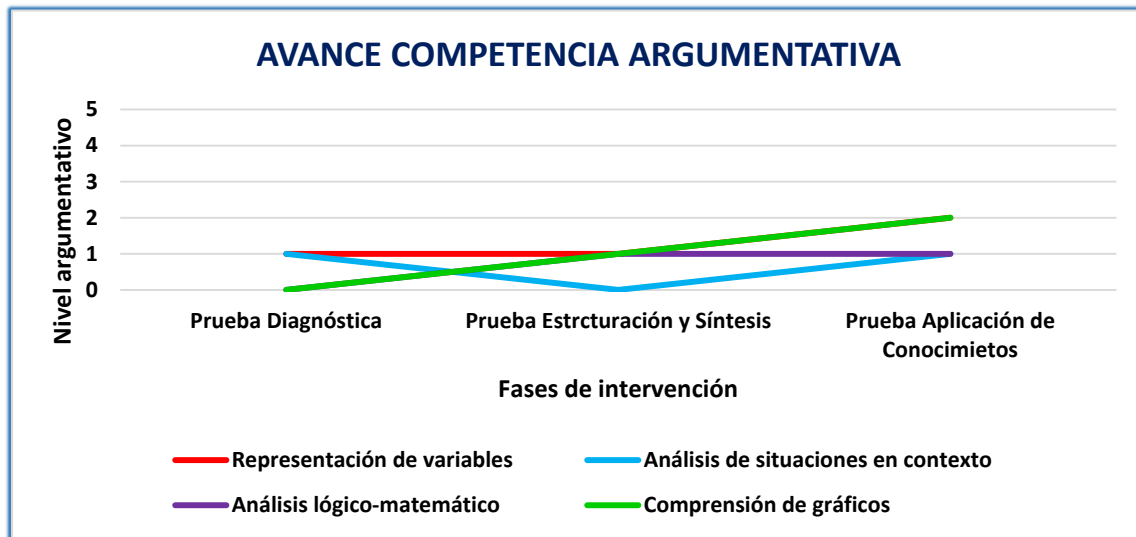


Figura 21. Nivel argumentativo de E12-CN en las cuatro categorías emergentes.

4.13. Análisis por institución

4.13.1. I. E. El Corazón

En relación al análisis general de los estudiantes de la Institución Educativa el Corazón, en las tres pruebas –pre test, síntesis o estructuración y pos test-, de acuerdo con las categorías –representaciones múltiples, así como elementos del modelo argumental de Toulmin-, a las categorías emergentes –representación de variables, análisis de situaciones en contexto, análisis lógico-matemático y comprensión de gráficos- con el fin de determinar el fortalecimiento de la competencia argumentativa, se encuentra lo siguiente:

Todos los estudiantes E1-EC, E2-EC, E3-EC, E4-EC, E5-EC, E6-EC en el pre test para la categoría emergente *análisis lógico-matemático*, no contaban con saberes previos para desarrollar los ejercicios, manifestaban no comprender la forma de solucionarlos y por esto, la prueba quedaba en blanco. Su nivel argumentativo fue cero, en tanto no presentaban ningún tipo de discurso. En la prueba de síntesis o estructuración, se evidencia un progreso porque los estudiantes comprenden las diferentes variables, asocian los valores con sus respectivas notaciones simbólicas e intentan

llegar a una respuesta acertada pero no hay un conocimiento a profundidad que les permita hacerlo completamente. Así mismo, en el post test, continúan con dificultades para comprender la forma correcta de solucionar los ejercicios y dar la respuesta esperada, lo que los inscribe en un nivel uno. Lo anterior, posiblemente se presenta por la falta de interés de los estudiantes hacia el aprendizaje de las Matemáticas, la falta de interpretación de variables o la no comprensión de la información que se les presenta. De acuerdo con Ladislao (2000):

El bajo interés por el aprendizaje, especialmente en la asignatura de Matemáticas, es muy notorio... las mayores dificultades que se han observado en este proceso, tienen relación con la escasa capacidad de raciocinio, en la limitada habilidad de asimilar situaciones abstractas y en la seguridad de la aplicación de los procedimientos apropiados; estas conductas, como es de esperarse, obstaculizan el desarrollo normal de los procesos cognoscitivos (p. 2)

Los estudiantes E1-EC, E4-EC y E6-EC, para las categorías emergentes *representación de variables* y *análisis de situaciones en contexto*, en el pre test, se ubican en nivel argumentativo uno, ya que aparecen elementos del MAT como conclusiones y datos y desde las R.M, hacen uso de ideas, nociones, lenguaje cotidiano y algunas relaciones entre variables que explican el comportamiento de los gases –volumen, temperatura, presión. Este mismo nivel, se mantiene en la prueba de síntesis o estructuración, siendo las ideas expresadas más coherentes. Aunque, El E1-EC y E4-EC ascienden a un nivel dos por uso de lenguaje científico y algunas garantías. Para el post test, los estudiantes suben al nivel dos de argumentación en ambas categorías emergentes, hacen mejores descripciones, utilizan algunos conceptos científicos, lenguaje pertinente y elementos como conclusiones, datos, algunas garantías y cualificadores.

Para la categoría emergente *representación de variables*, E2-EC y E3-EC en el pre test, al

parecer no cuentan con saberes previos que le permitan responder a los interrogantes, “en blanco” están los espacios donde deberían aparecer las respuestas. E5-EC, se ubica en nivel argumentativo uno porque expresa algunas ideas, nociones, conclusiones y datos, con base a los variables de los gases. En la prueba síntesis o estructuración, E2-EC, E3-EC y E5-EC se establecen en un nivel dos, ya que sus descripciones son más elaboradas, pertinentes y coherentes, usan un lenguaje cercano a las ciencias. Por el lado de los MAT; aparecen conclusiones, datos y algunas garantías, haciendo más validas sus explicaciones. Este mismo nivel argumentativo, se mantiene en el pos test para E2-EC y E5-EC. No obstante, E3-EC, para este momento llega a un nivel uno, siendo inferior con respecto a la prueba anterior, tal vez porque no ha desarrollado la competencia a profundidad haciendo parte de sus habilidades de pensamiento.

Los estudiantes E2-EC y E5-EC en la categoría emergente *situaciones en contexto*, del pre test están en el nivel argumentativo uno por uso de R.M como nociones e ideas sobre variables de los gases, su lenguaje es cotidiano y por momentos no son coherentes. Por el lado de los elementos del MAT, aparecen algunos datos y conclusiones. De acuerdo a ello, se les dificulta analizar situaciones de la vida cotidiana relacionadas con la temática de gases ideales. Según el informe preliminar PISA (2012), para la resolución de problemas de la vida real, si los estudiantes esperan alcanzar dicha competencia, han de fortalecer destrezas cognitivas y habilidades de pensamiento para comprender y resolver situaciones problémicas donde la solución no es obvia. En la prueba síntesis o estructuración, avanzan a un nivel dos, siendo sus explicaciones más coherentes, descripciones mejor elaboradas, lenguaje específico, descripciones puntuales y extensas, aparecen conclusiones, datos y garantías. En este momento, el análisis a las situaciones es pertinente y bien sustentado, sin embargo, en el pos test, se encuentran en nivel uno nuevamente pues, vuelven a presentar algunas ambigüedades, siendo pocos los sustentos válidos para las explicaciones que

daban a las situaciones presentadas en la prueba, no obstante, permanece un lenguaje propio de las ciencias. El hecho de presentarse un nivel argumentativo inferior en la última prueba, sólo puede significar la falta de afianzar a profundidad dentro del lenguaje de los estudiantes, los diferentes elementos del MAT, además del uso de R.M a lo largo de proceso enseñanza-aprendizaje.

Por otro lado, el E3-EC tanto en el pre test como en la prueba síntesis o estructuración; se encuentra en nivel argumentativo dos. Lo anterior, se debe al buen análisis que realiza a las *situaciones en contexto*, mostrando coherencia en sus explicaciones, relación de variables, análisis correcto a gráficas y para consolidar sus argumentos, lo hace desde conclusiones, datos y garantías. El estudiante alcanza un nivel tres en el pos test, afianzando aún más la competencia argumentativa; aparecen así junto a lo anteriormente anotado, uso de lenguaje científico, conceptos propios de la ciencia, descripciones bien estructuradas y emergen cualificadores.

En relación a la categoría emergente *comprensión de gráficos*, E1-EC, E3-EC, E4-EC, E5-EC y E6-EC en el pre test se ubican en el nivel argumentativo cero; no aparece respuesta alguna, no cuentan con saberes previos que les permita analizar y explicar los diferentes gráficos. Para la prueba síntesis o estructuración todos se establecen en el nivel uno. Lo anterior, se sustenta en Cursio (como se citó en Eudave, 2008) quien establece que la comprensión de gráficos está sujeta a tres elementos: conocimiento del tema representado en el gráfico, conocimiento sobre las variables allí representadas y comprensión de las convenciones involucradas en el gráfico. Además, establece que “entender una gráfica no es una tarea sencilla” (p. 12) y que diferentes investigaciones muestran sólo comprensiones superficiales por parte de niños y adolescentes de este tipo de representaciones. Desde las R.M es evidente lenguaje propio de las ciencias, coherencia en los análisis, uso de notación simbólica y en relación a los elementos del MAT aparecen, conclusiones y datos. En el pos test, E1-EC y E3-EC de acuerdo con sus respuestas, quedan en el

mismo nivel argumentativo, no mostrando otro tipo de representaciones o elementos del MAT para dar cuenta del fortalecimiento en la competencia argumentativa. Por su parte, E4-EC, E5-EC y E6-EC avanzan a un nivel dos por la coherencia de las respuestas, relación de variables –volumen, temperatura, presión- uso de gráficos y su lenguaje es pertinente para el área de conocimiento, utilizando así conceptos científicos, además, aparecen garantías como sustento a sus análisis.

E2-EC, en la categoría emergente *comprensión de gráficos*, durante las tres pruebas se inscribe en un nivel argumentativo uno. Inicialmente mostró falencias desde lo conceptual e incoherencia en sus explicaciones, al parecer sus respuestas se fundamentan en creencias y nociones sin ningún tipo de sustento teórico. Las conclusiones y los datos en muchos casos, no se corresponden entre sí haciendo no válidos sus argumentos. Al finalizar el proceso de intervención, aunque es evidente el uso de conceptos más pertinentes, sus ideas son alejadas de toda teoría científica y continúan las inconsistencias en sus análisis. Desde los elementos del MAT, sólo aparecen datos, no hay otros que permitan consolidar sus explicaciones.

En conclusión, la incidencia de las representaciones múltiples para el fortalecimiento de la competencia argumentativa, se ve reflejada en los estudiantes de la Institución Educativa el Corazón, por un lado, porque permitió mejorar los procesos de análisis, sustentar explicaciones, además, adquirir mayor conocimiento en la temática gases ideales. De acuerdo a los resultados, en las categorías emergentes, la gran mayoría de los estudiantes muestran avances en sus niveles argumentativos con respecto a la prueba inicial o pre test, sólo no se presenta en E2-EC, E5-EC y E6-EC para el *análisis a situaciones en contexto*. A partir de lo anterior, es posible presentar el siguiente gráfico que de alguna manera sintetiza el proceso y los resultados obtenidos por los educandos a través de las distintas pruebas y actividades.

A continuación, se muestra la gráfica correspondiente al análisis general de la Institución

Educativa el Corazón, con el fin de sintetizar los niveles argumentativos de los estudiantes.

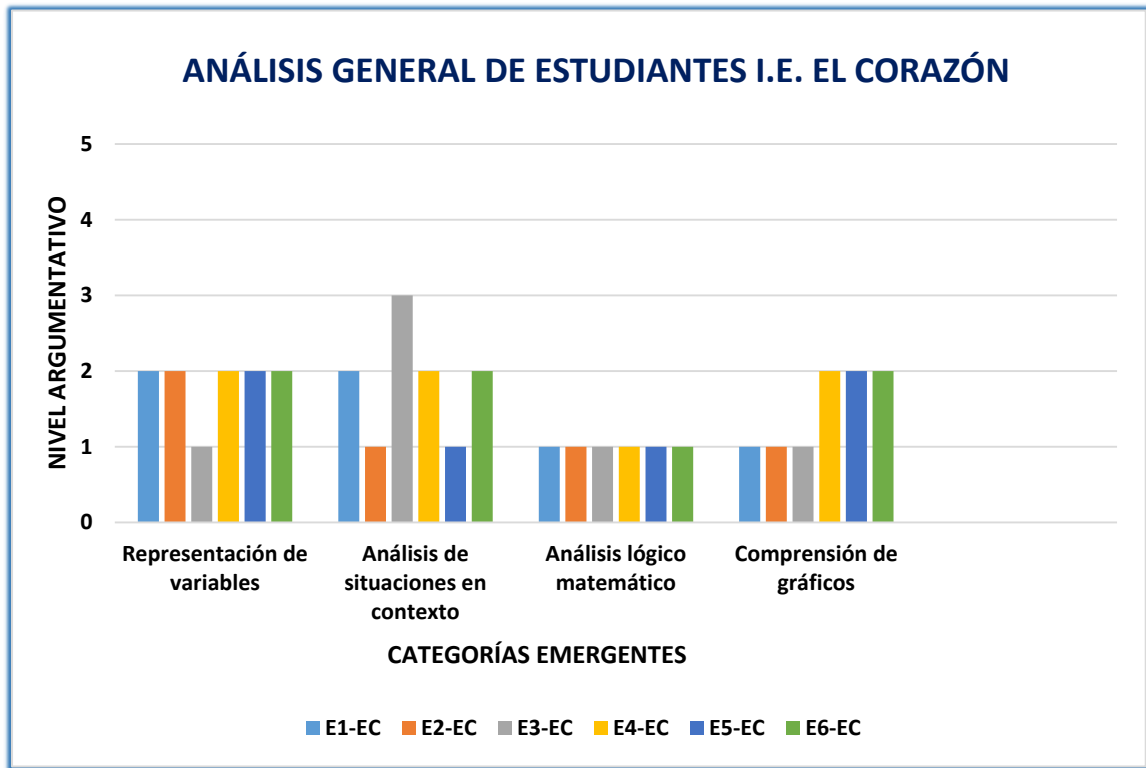


Figura 22. Análisis general de estudiantes I. E. El Corazón.

4.13.2. I. E. Ciudadela Nuevo Occidente

En relación al análisis general de los estudiantes de la Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente, en las tres pruebas –pre test, síntesis o estructuración y pos test-, de acuerdo con las categorías –representaciones múltiples y elementos del modelo argumental de Toulmin- y a las categorías emergentes –representación de variables, análisis de situaciones en contexto, análisis lógico-matemático y comprensión de gráficos- con el fin de determinar el fortalecimiento de la competencia argumentativa, se encuentra lo siguiente:

Para este caso se iniciará con el análisis del pre test, en particular con la categoría emergente *análisis lógico-matemático*, en la que todos los estudiantes E7-CN, E8-CN, E9-CN, E10-CN, E11-CN, E12-CN se caracterizaron por presentar un nivel argumentativo cero, ya que en ningún

momento lograron comprender el ejercicio propuesto y por tanto fue imposible darle solución al mismo, pues al parecer no contaban con saberes previos. Para el segundo momento de la intervención –estructuración y síntesis- todos los estudiantes presentaron un leve progreso en este tipo de análisis. Se hace evidente la comprensión de algunos tipos de variables, establecen algunas relaciones entre ellas y hacen uso de importantes representaciones como las notaciones simbólicas. Es importante mencionar que no dan solución de manera concreta al ejercicio propuesto, pero sí se muestra un análisis más estructurado para la situación presentada, el aprendizaje a profundidad no se ha dado completamente. De igual forma, no se evidencia avance entre la prueba mencionada en líneas anteriores y la prueba final o pos test en general para todos los estudiantes.

De otro lado y para las categorías emergentes *representación de variables y análisis de situaciones en contexto*, se encontró que durante el pre test los estudiantes se ubican en nivel argumentativo uno, ya que aparecen elementos del MAT como conclusiones y datos y desde las R.M, hacen uso de ideas, nociones, lenguaje cotidiano y algunas relaciones entre variables que explican el comportamiento de los gases –volumen, temperatura, presión-. En el momento de estructuración y síntesis se puede establecer que para la categoría *representación de variables* se presentó un avance importante, en este caso E10-CN logró ascender desde un nivel uno en el pre test a un nivel dos mientras que los demás lograron mantenerse. Esta situación no se presentó igual en *análisis de situaciones en contexto* ya que la mayoría de los estudiantes bajaron nuevamente a un nivel cero, es decir, en donde el uso de representaciones es muy simple y los datos o conclusiones presentadas son pocas o nulas. Para el pos test; la mayor parte de los estudiantes suben al nivel dos de argumentación en ambas categorías emergentes, hacen mejores descripciones, utilizan algunos conceptos científicos, lenguaje pertinente, igualmente, elementos como conclusiones, datos, algunas garantías y cualificadores.

Cabe resaltar en este momento, analizar las razones por las cuales varios estudiantes durante el proceso de pre test a estructuración y síntesis disminuyeron en sus procesos argumentativos y de empleo de representaciones múltiples. De los 6 estudiantes, 5 de ellos presentaron descenso en el *análisis de situaciones en contexto*, posiblemente se debe, por un lado, a la falta de comprensión de las situaciones propuestas que, aunque apuntaban al mismo objetivo de la propuesta del pre test, se había diseñado con otro tipo de situación. Por otro lado, tal vez sea por la falta de interés de algunos estudiantes, la poca capacidad de relacionar variables, por supuesto de aplicar sus conocimientos a situaciones de la vida diaria, lo que derivó en resultados que dejan ver las dificultades en los procesos argumentativos. Kind (como es citado en Yepes, 2015) plantea una posibilidad para explicar dichos resultados “esto posiblemente se encuentra ligado a la ausencia de modelos mentales que permitan relacionar dichas variables con un comportamiento microscópico claro y definido que dé cuenta del comportamiento macroscópico de los gases” (p. 31). Sin embargo, se debe destacar el proceso del estudiante E9-CN, quien fue el único que se mantuvo constante en esta categoría. Sus respuestas, aunque carentes en algunos casos de sustento científico, logra utilizar algunos elementos del MAT que permiten indicar su ascenso en el nivel argumentativo.

Para la categoría emergente *comprensión de gráficos* también se presenta que todos los estudiantes durante el pre test se encuentran en el nivel argumentativo cero, es decir, que el uso de datos y conclusiones es poco o nulo, por lo tanto, la capacidad de establecer relaciones entre los distintos elementos de un gráfico también es insuficiente y la destreza de identificar variables tampoco es la adecuada. Se hace evidente durante las preguntas correspondientes a esta categoría emergente, que hay dificultades en el uso de conceptos propios de las ciencias, pues la mayoría de los pocos argumentos que brindan son generados desde saberes previos o conocimientos empíricos.

De otro lado, durante el análisis de la prueba aplicada en la fase de estructuración y síntesis se logra identificar que en la categoría emergente *comprensión de gráficos* los estudiantes E7-CN, E8-CN, E9-CN, E10-CN, E11-CN, E12-CN alcanzan a ubicarse todos en el nivel uno en términos argumentativos. Los estudiantes logran identificar en los distintos gráficos presentados las variables de los gases ideales, como la temperatura, la presión y el volumen, también identifican conceptos como variables directamente proporcionales e inversamente proporcionales al tiempo que reconocen las leyes que acompañan a las variables. Como caso particular, las conclusiones, datos propuestos por E9-CN son pertinentes y guardan coherencia textual, de igual modo relación entre las variables a diferencia de algunos de sus compañeros para las mismas preguntas.

Finalmente, para el pos test y en esta categoría emergente denominada *comprensión de gráficos*, ninguno de los estudiantes disminuye en su nivel argumentativo; sin embargo, en caso contrario, los estudiantes E9-CN y E12-CN alcanzan un nivel dos en términos argumentativos. Esto se puede deber a que sus explicaciones además de estar mejor estructuradas son más coherentes, descripciones mejor elaboradas, puntuales y extensas, uso de lenguaje científico, aparecen conclusiones, datos y algunas garantías relacionadas con las variables de las leyes de los gases. A diferencia de estos dos estudiantes, E7-CN, E8-CN, E910-CN y E11-CN se mantuvieron en el mismo nivel de la prueba inicial, aún sus explicaciones siguen estando carentes de conceptos científicos y de profundidad textual y argumentativa.

A razón de los datos presentados en líneas anteriores, es posible determinar que hay una incidencia directa y favorable de las representaciones múltiples en el fortalecimiento de la competencia argumentativa. Parfraseando a Álvarez (2014), las representaciones múltiples pueden influir de diferentes formas en el proceso de enseñanza-aprendizaje: como fuente de motivación para los estudiantes y herramienta estratégica para los docentes, además de facilitar el

fortalecimiento de procesos cognitivos que permiten a su vez, categorizar información, construir conceptos científicos, aprendizaje a profundidad y cambios y evoluciones conceptuales (p. 10).

Esto se hace evidente en los estudiantes de la Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente cuando al final de la intervención la mayoría de ellos logran establecer relación entre las variables de las leyes de los gases, hay un manejo de conceptos más propios de las ciencias, realizan análisis más claros y coherentes a partir de los datos con que cuentan y las conclusiones que pueden establecer. De acuerdo con lo anterior, se identifica un avance significativo a nivel argumentativo a partir de las representaciones múltiples en los estudiantes E8-CN, E9-CN, E11-CN y E12-CN. Así y en relación a lo establecido por Ruiz y Tamayo (2013), es fundamental el desarrollo de actividades en el aula de clase que fortalezcan la competencia argumentativa con el fin de promover espacios para el proceso dialógico en ciencias a la vez que se propende por alcanzar un pensamiento crítico por parte de los estudiantes y mejoran sus competencias ciudadanas.

De igual forma, es posible presentar a continuación el siguiente gráfico que de alguna manera sintetiza el proceso y los resultados obtenidos por los estudiantes a través de las distintas pruebas y actividades.

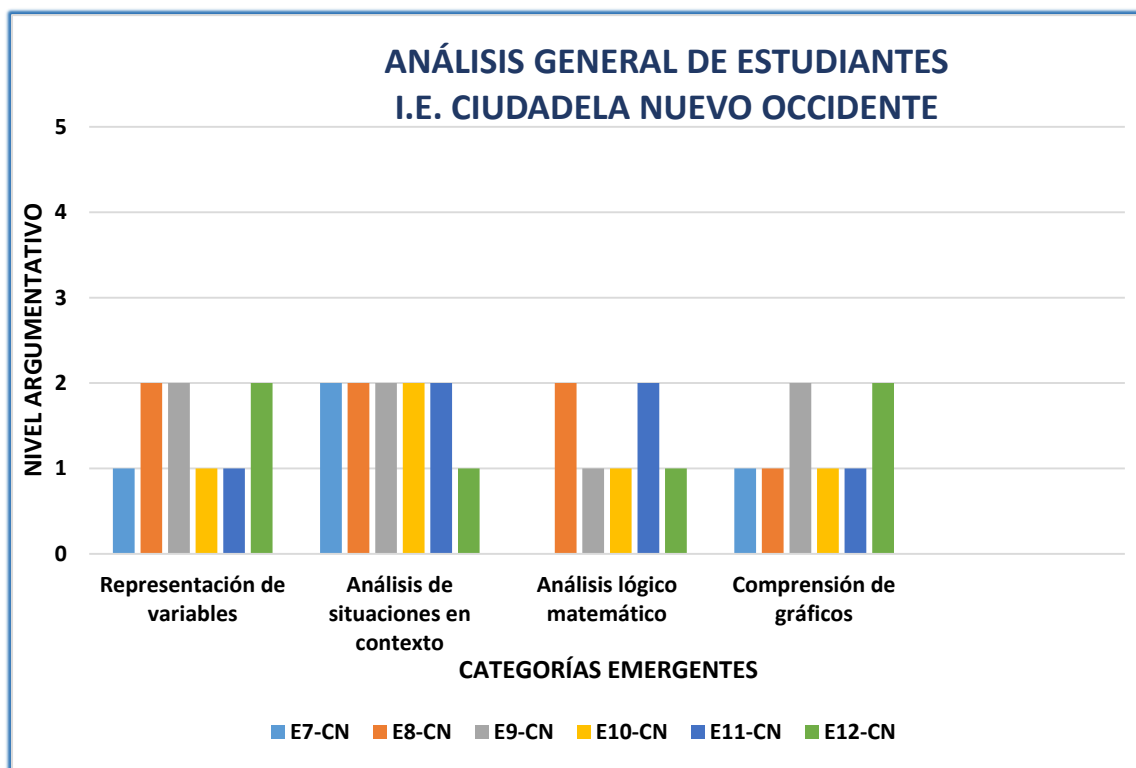


Figura 23. Análisis general de estudiantes I. E. Ciudadela Nuevo Occidente.

4.14. Análisis general I. E El Corazón e I. E Ciudadela Nuevo Occidente

El presente análisis general se efectúa con el fin de establecer relación entre las dos instituciones educativas donde se llevó a cabo la intervención y lograr comprender cuál es la incidencia de las representaciones múltiples en el fortalecimiento de la competencia argumentativa en dos instituciones, así mismo, dos sectores ubicados en comunas diferentes de la ciudad de Medellín, pero, a pesar de ello, comparten ciertos rasgos, entre estos el estrato social, la falta de oportunidades laborales o informalidad laboral, el desplazamiento forzado, el consumo de sustancias psicoactivas, la conformación de familias extensas, la violencia intrafamiliar y en la mayoría de los casos la poca motivación e interés hacia el estudio. Para este asunto que nos convoca, es importante entender los contextos que rodean a ambos centros educativos y en esa medida tener presente la forma en que éste permea a los procesos académicos. Debe quedar claro que no es nuestro interés establecer generalizaciones a partir de los resultados obtenidos pues

comprendemos que cada estudiante es un ser social con características particulares y que desarrolla sus propias habilidades con base en las condiciones del contexto que lo rodean.

En primera instancia se puede identificar dos instituciones educativas que en términos generales iniciaron un proceso de intervención con un nivel argumentativo muy bajo en varias de las categorías emergentes, entre ellas se puede mencionar de manera muy específica a la categoría emergente *análisis lógico matemático*. Los estudiantes presentaron dificultades a la hora de darle solución de manera matemática a situaciones y/o problemas de contexto, dichos problemas requerían de unos saberes previos y del dominio conceptual de algunas variables vinculadas de forma directa a la ley general de los gases ideales. Durante el proceso de presentación de la nueva temática y de estructuración y síntesis dichas dificultades se fueron disipando, se presentaron algunos avances con relación a la capacidad de argumentar sus ideas haciendo uso de los elementos del modelo argumental de Toulmin. En este momento sólo el estudiante E7-CN de los doce participantes continuaba presentando dificultades para realizar análisis lógico matemático a los problemas planteados, sus respuestas siguen estando carentes de conceptos propios de las ciencias, las variables de los gases no las relacionaba entre sí y le faltaban sustentos teóricos. Al culminar este proceso, puntualmente en el momento de transferencia de conocimientos, los estudiantes de ambas instituciones habían avanzado de un nivel a otro, excepto el mencionado en líneas anteriores.

Atendiendo a estas consideraciones, es importante destacar que cerca del 91.7% de los estudiantes evidenciaron a través de sus distintas elaboraciones un significativo fortalecimiento de la competencia argumentativa gracias al uso y análisis adecuado en el proceso lógico matemático. De este porcentaje, el 16.6% logró avanzar a un nivel 2 de argumentación. Éste progreso se encuentra principalmente vinculado al desarrollo de los ejercicios más desde la parte lógica que desde la matemática, toda vez que ellos seguían presentado dificultades en dichos procesos.

De otro lado, encontramos la categoría emergente *análisis de situaciones en contexto*; la cual se caracterizó por ser la categoría en la que un gran número de estudiantes alcanzó el nivel dos en argumentación, siendo el 66.6% del total. En este sentido, los estudiantes utilizaron conocimientos adquiridos a lo largo de la intervención pedagógica, a partir de lo cual se logró evidenciar un avance en la competencia argumentativa y con ella, un progreso conceptual con relación a la ley general de gases ideales y el empleo de distintos elementos del MAT y de R.M. En la I. E. Ciudadela Nuevo Occidente e I. E. El Corazón más de la mitad de los participantes culminaron ubicados en un nivel argumentativo superior a la inicial. No obstante, en la última institución se destacó el estudiante E3-EC, quien a diferencia de los otros estudiantes logró a través del uso adecuado de datos, conclusiones, garantías y cualificadores ubicarse en un nivel tres de argumentación. El aspecto anterior, describe entre otras cosas que cuando se usan diferentes representaciones y son utilizadas a favor de los procesos argumentativos, se logra mayor comprensión de los fenómenos y situaciones que a diario acontecen.

En este momento es necesario revisar el caso de aquellos estudiantes que se mantuvieron en el nivel argumentativo uno, entre ellos E2-EC, E5-EC y E12-CN quienes equivalen al 25.0% del total de los estudiantes; presentando mejora en las expresiones de sus ideas y en el uso de algunas variables aplicadas al contexto, sin embargo, no emplearon elementos del MAT diferentes a los datos y a las conclusiones.

Ahora bien, analicemos a nivel general la categoría emergente *representación de variables*. Para la I. E. El Corazón, se puede establecer un gran avance ya que el 83.3% de los estudiantes y el 41.6% de los estudiantes de la I. E. Ciudadela Nuevo Occidente, lograron terminar dicho proceso en un nivel argumentativo dos, un porcentaje importante considerando las condiciones del contexto que permean a este tipo de centros educativos y que puede influir en los resultados académicos.

Asimismo, ambas instituciones evidencian progreso en el uso de lenguaje científico en cuanto a la temática ley general de gases ideales. Si bien es cierto que en la Institución Educativa el Corazón, se presentó mayor cantidad de estudiantes en el nivel dos, no es menos importante decir que en la Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente todos los estudiantes ascendieron en el nivel argumentativo, algunos quedando en el nivel uno, pero en comparación a sus inicios de la intervención, se evidenció el progreso. De acuerdo a lo anterior, vale la pena decir que la mitad de los estudiantes de este plantel educativo culminaron en el nivel 2, mientras que la otra mitad en el nivel uno.

Finalmente, encontramos la categoría emergente denominada *comprensión de gráficos*. En este caso es necesario mencionar que fue la segunda categoría en la que menos estudiantes ascendieron al nivel argumentativo dos, posiblemente, que se requiere de habilidades de pensamiento de orden inferior y superior además de un dominio conceptual importante en el tema. En esta categoría emergente, el 58.3% del total de los estudiantes avanzó o se mantuvo en el nivel argumentativo uno, sus explicaciones sólo contaban con uno o dos de los elementos del MAT, entre ellos los datos o las conclusiones y en pocos casos una relación coherente entre ellos. Es importante mencionar que los estudiantes E6-EC y E9-CN a diferencia de los otros participantes, mostraron mayor constancia a lo largo de todas las pruebas, entre ellas la que analizamos en este momento. Aunque se hace referencia a sólo un 16.6% del total de estudiantes, es de resaltar que, a través del uso de representaciones múltiples, se puede lograr, mejorar el proceso argumentativo, dominio conceptual en el tema de estudio y alcanzar aprendizajes a profundidad. Veamos una gráfica en la que se visualiza la competencia argumentativa de los estudiantes en ambas instituciones.

AVANCE COMPETENCIA ARGUMENTATIVA I.E EL CORAZÓN Y CIUDADENA NUEVO OCCIDENTE

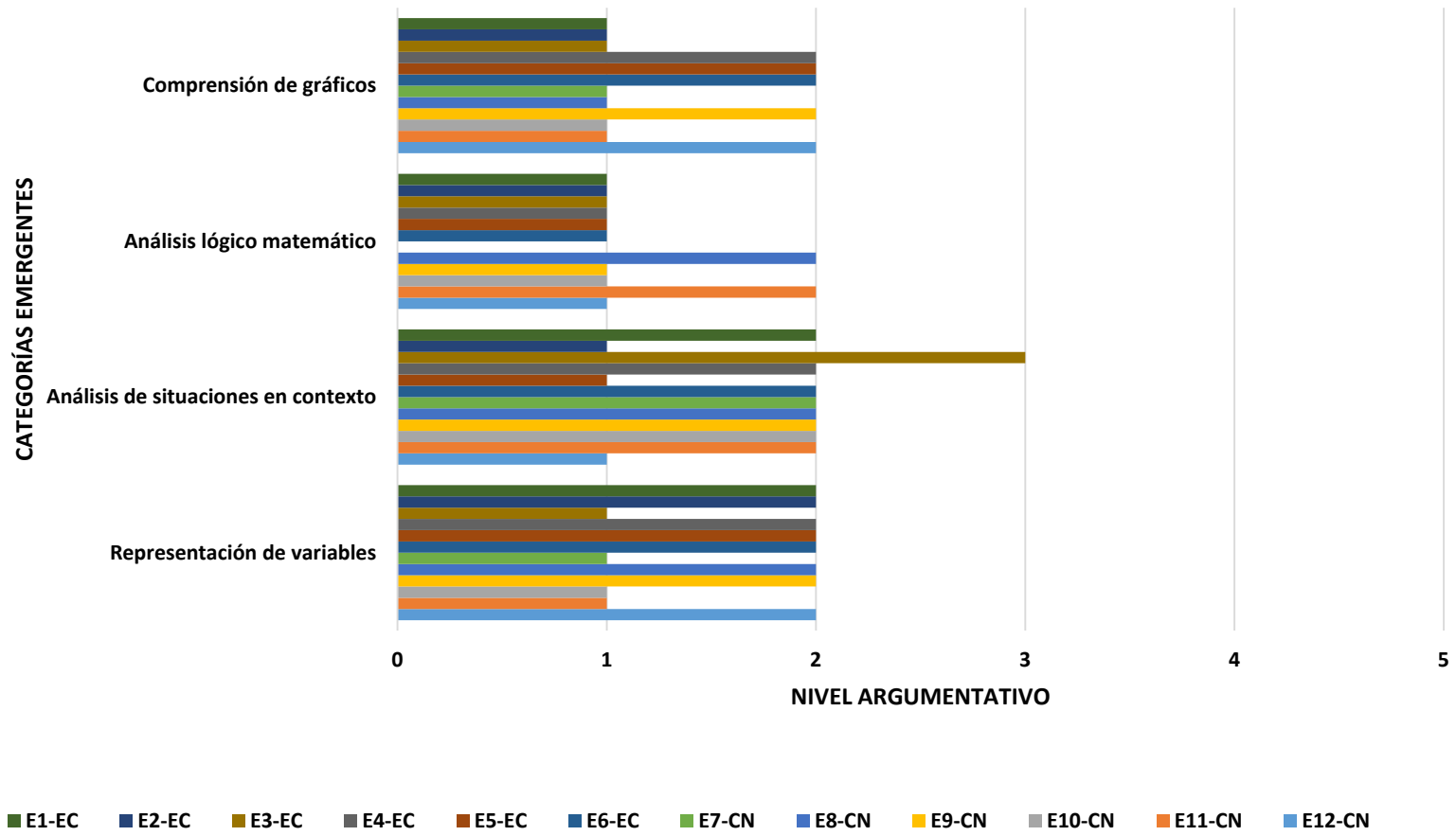


Figura 24. Avance en el fortalecimiento de la competencia argumentativa, estudiantes de la I. E. El Corazón e I. E. Ciudadela Nuevo Occidente, al finalizar la intervención pedagógica.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

Cabe retomar en este apartado, las conclusiones más significativas obtenidas a partir del desarrollo de la investigación; dichas conclusiones serán dadas a conocer inicialmente de forma general. Posteriormente, se explican teniendo en cuenta los resultados derivados de las categorías emergentes bajo las cuales fueron analizados los instrumentos aplicados a cada uno de los estudiantes. De igual modo, en algún momento aparecerá información sustentada sobre análisis cuantitativos que permitirán profundizar y comprender el avance que los estudiantes presentaron en términos de nivel argumentativo de acuerdo con las categorías emergentes.

5.1.1. Conclusiones generales.

- El análisis de los distintos casos estudiados, ha posibilitado establecer la incidencia que tiene el uso de las representaciones múltiples en el fortalecimiento de la competencia argumentativa de los estudiantes de básica secundaria. El uso permanente, adecuado y pertinente de las representaciones múltiples, posibilitó un mejor desempeño durante el desarrollo de la aplicación de los diferentes momentos de la intervención, por tanto, una mayor comprensión de los conceptos y/o variables relacionados con la ley general de gases ideales.
- Cuando se parte de la identificación de los saberes previos de los estudiantes, el proceso de enseñanza–aprendizaje se fortalece conforme se avanza en los momentos de intervención. Establecer los saberes previos como punto de partida, posibilita entre otras cosas, darle valor a las ideas con las que los estudiantes han ido comprendiendo y explicando los fenómenos propios de las Ciencias Naturales a lo largo de su vida personal, sin dejar de

lado la académica. Igualmente, invita al docente a pensar en las actividades y estrategias adecuadas para movilizar las ideas de esos estudiantes para que se acerquen más a los principios científicos, además de establecer la posibilidad de alcanzar un conocimiento a profundidad.

- El empleo planeado, consciente y serio de representaciones múltiples en un proceso académico genera implícitamente en el estudiante la motivación, acción fundamental para que a través del desarrollo de diferentes actividades, ejercicios, así mismo estrategias, logre mejorar la comprensión de algunos conceptos científicos, en este caso aquellos relacionados con el comportamiento de los gases ideales, además de fortalecer sus procesos argumentativos empleando en ellos elementos que posibilitarán convencer a quienes los escuchan.
- Cuando un docente recurre al uso de representaciones múltiples para explicar, facilitar el aprendizaje, también enseñar los saberes y conceptos propios de su área, expresamente está incentivando en sus estudiantes, el uso de diferentes representaciones que le permitirán en ese mismo orden de ideas asociar, comprender y aprender dichos conceptos. De acuerdo a lo anterior, el uso de representaciones múltiples en el aula fortalece el proceso enseñanza-aprendizaje, por ende, la competencia argumentativa en los estudiantes a partir de espacios para el debate, a la construcción de nuevo conocimiento desde un proceso dialógico.
- Inicialmente las representaciones que los estudiantes emplearon para explicar y/o justificar sus ideas se fundamentaron principalmente en nociones, creencias, dibujos y descripciones. Conforme se avanza en los momentos de intervención se fortalece la competencia argumentativa, puesto que los estudiantes recurren a otras formas para expresar sus ideas,

entre ellas las notaciones simbólicas, mapas conceptuales, el uso de conceptos y lenguaje científico.

5.1.2. Conclusiones de acuerdo con las categorías emergentes.

Representación de variables

- Los niveles iniciales de argumentación de los casos analizados tienden a ser muy bajos, la mayoría de ellos se ubican en nivel 0 y 1, posiblemente porque no establecen asociaciones entre las ideas y conceptos relacionados con la ley general de gases ideales, en esa medida, se les hace difícil realizar ejercicios argumentativos coherentes y de manera estructurada donde se representen las variables de forma adecuada.
- En esta investigación, es posible determinar que 7/12 estudiantes lograron fortalecer su proceso argumentativo, de igual manera mejorar el uso correcto y pertinente de representaciones con relación a esta categoría emergente. El avance es evidente en la medida en que al inicio muchos de ellos no utilizaban representaciones cercanas a la ciencia para expresar sus ideas, durante los momentos de estructuración, síntesis y transferencia de conocimientos, hacen uso de representaciones múltiples más elaboradas como lo son el uso de lenguaje propio de las ciencias, así como descripciones más coherentes.
- La comprensión y empleo de distintas formas de representar las variables –volumen, temperatura, presión- que se alcanza en el momento cuatro de la intervención (transferencia de conocimientos) posibilita que los estudiantes fortalezcan sus procesos argumentativos que se ubiquen 8/12 -66.6%- en un nivel argumentativo dos según los propuestos por los autores y expuestos en capítulos anteriores.

Análisis de situaciones en contexto

- De todas las categorías analizadas, sin duda alguna, fue en la que se presentaron los mayores avances, por ejemplo, al finalizar el proceso de intervención y evaluar el tercer momento, se halló que el 75% de los estudiantes culminaron en un nivel argumentativo dos o tres según los propuestos por los autores. Esta situación permite, al mismo tiempo, establecer que los estudiantes han logrado llevar al contexto, así como a la vida diaria los conocimientos adquiridos a lo largo del proceso formativo, en esta medida, logran explicar la ocurrencia de dichos fenómenos con ideas más cercanas a la ciencia.
- Los estudiantes emplean elementos del modelo argumental de Toulmin de forma más recurrente que en las otras categorías, tal situación es importante porque permite concluir que se ha presentado un fortalecimiento de la competencia argumentativa con relación a la comprensión y explicación de situaciones en contexto.

Análisis lógico-matemático

- De las cuatro categorías analizadas, es en la que se presentó mayores dificultades para relacionar los conceptos propios de la ley general de gases ideales, posiblemente por las falencias en procesos matemáticos, lógicos o por la falta de saberes previos. El 75% de los casos se ubicó en un nivel 1 de argumentación y un 8.4% (un caso) no presentó avance en dicho proceso. El restante, de los casos avanzó a un nivel argumentativo dos. Por lo tanto, se debe retomar que, en el pre test, ningún estudiante logró desarrollar los ejercicios propuestos por lo que estaban en un nivel argumentativo 0.
- En esta categoría los estudiantes emplearon con mayor recurrencia la notación simbólica para sustentar sus análisis generados, a partir de los casos presentados.

Comprensión de gráficos

- Se evidencia un avance importante en esta categoría. Todos los casos logran comprender en alguna medida los gráficos utilizados para explicar y relacionar los conceptos vinculados a la ley general de los gases ideales.
- Después de realizar la intervención, los estudiantes logran comprender gráficos donde relacionan al menos dos variables entendiendo entre otras cosas, el concepto de directamente e inversamente proporcional en relación al comportamiento de los gases.

5.2. Recomendaciones

Al culminar el presente trabajo de investigación, es importante presentar algunas sugerencias e implicaciones que pueden ser consideradas y tenidas en cuenta para trabajos posteriores.

- Es importante el empleo adecuado y constante de representaciones múltiples por parte del docente al momento de abordar conceptos propios de su área, dicho ejercicio promoverá en sus estudiantes la capacidad de análisis y el fortalecimiento de la competencia argumentativa.
- Dicha competencia de orden superior debe conllevar a generar ambientes de aprendizaje contextualizados, hacer uso de representaciones múltiples, además de permitir procesos dialógicos donde se co-construya el conocimiento.
- Todo acto educativo vinculado de manera directa o indirecta a los procesos de enseñanza–aprendizaje debería sustentarse inicialmente en la identificación de los saberes previos con los cuales los estudiantes llegan al aula y les dan explicaciones a situaciones de la vida diaria, solo así el docente podrá establecer una ruta de trabajo acorde a las necesidades de sus estudiantes y en esa medida, movilizarlos hacia la comprensión de nuevos conceptos más cercanos a las explicaciones científicas.

- La argumentación, debe enseñarse de forma explícita en todo proceso formativo, porque de esta manera, se logra comprender los elementos necesarios para hacer de nuestros argumentos, ideas más sólidas y coherentes.
- Los maestros deben ser más conocedores de todas las formas de representación que explícita o implícitamente, están vinculadas a cada una de sus áreas, pues en la medida en que éstos se empoderen de dichas representaciones los estudiantes lo harán también y se fomentará en el aula, un ejercicio más activo desde la enseñanza-aprendizaje y con ello, el fortalecimiento de la competencia argumentativa.
- En la actualidad, la educación, el conocimiento y hasta los mismos estudiantes, están haciendo un llamado para movilizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el empleo de representaciones, como también, de actividades y estrategias que promuevan el debate argumentado, la lógica descriptiva y crítica, la formación de grupos de estudios en el aula y a un trabajo que genere ideas que solucionen problemas en contexto y a partir de las motivaciones e intereses de quienes aprenden para alcanzar un aprendizaje a profundidad.
- Diversas investigaciones han encontrado que para afianzar la comprensión de gráficos no sólo depende de su abordaje durante la vida académica, sino, de establecerle al estudiante diversas situaciones de forma sistemática en diferentes áreas del saber, incluso relacionándolas con situaciones en contexto. De acuerdo con lo anterior, nace la necesidad de una “alfabetización gráfica” gradual y con objetivos educativos claros donde los estudiantes alcancen los tres niveles señalados por Postigo y Pozo (como fueron citados en Eudave, 2008): “información explícita, información implícita e información conceptual” (p. 13) siendo alcanzados a partir de la comprensión de cuatro factores; “la estructura

gráfica –tipo de gráfico-, la estructura numérica –variables involucradas-, contenido de la gráfica –su semántica- y el contexto –tarea que debe alcanzar el estudiante-. (p. 14)

5.2.1. Recomendaciones para las instituciones educativas

- Los procesos de enseñanza-aprendizaje deben romper los esquemas tradicionales en la manera como se llevan a cabo las clases, iniciando, con la ubicación espacial, mediante la transformación de los ambientes, al dejar de lado las filas -uno atrás del otro- , sin posibilidad de estar por fuera de la línea que la delimita, puesto que es un primer obstáculo para el proceso argumentativo, por verdaderos escenarios dialógicos, donde el estudiante sea el protagonista desde un papel activo.
- La argumentación, es una competencia que conlleva al fortalecimiento de habilidades de pensamiento de orden superior como la interpretación, la síntesis, la evaluación y posibilita la metacognición. Razón por la cual se enfatiza en la importancia de construir actividades fundamentadas sobre diferentes tipos de representaciones para el razonamiento, la sustentación y la dialéctica, permanentemente.
- Utilizar representaciones múltiples por parte de los docentes para la enseñanza y motivar al estudiante a que haga uso de ellas para demostrar sus aprendizajes, posibilitan procesos argumentativos, facilitando así, alcanzar conocimientos a profundidad en el tema estudiado.
- Para la temática ley general de gases ideales, es importante el conocimiento del tópico conceptual en términos epistemológicos e históricos con el fin de presentarle a los estudiantes una ciencia en construcción y transversal a otras áreas de conocimiento social.
- El empleo de situaciones contextualizadas, de fenómenos que ocurren en el diario vivir de los estudiantes, aumentan su motivación e interés hacia el aprendizaje de las Ciencias Naturales.

- La aplicación de una evaluación gradual, permite analizar el progreso no sólo de los estudiantes, sino también, la pertinencia de las estrategias pedagógicas utilizadas por el docente y de acuerdo a ello, de ser necesario, utilizar otro tipo de herramientas para garantizar el aprendizaje.
- Es importante que dentro de los colegios se generen espacios y/o encuentros entre los docentes del área constantemente, de tal manera que la revisión de los avances en competencias y la formación académica entre pares sean un pilar para fortalecer la competencia argumentativa y el uso de representaciones mentales dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje con miras a avanzar hacia mejores niveles académicos.
- Con el fin de propender por la transformación de las actuales prácticas pedagógicas, las instituciones educativas, han de sumar esfuerzos junto a docentes, para facilitar las herramientas didácticas y tecnológicas que converjan en la construcción de planes de estudio flexibles, acordes con la realidad de los estudiantes, el trabajo transversal entre áreas y el uso de situaciones problémicas que conlleven al fortalecimiento de competencias cognoscitivas.
- Se hace evidente trabajar de forma cooperativa a nivel institucional en procesos rigurosos desde diferentes áreas del saber, que conlleven al fortalecimiento del razonamiento, la interpretación de variables, despeje de incógnitas y procedimientos lógico-matemáticos. Sin embargo, antes de lo anterior, se debe desarrollar una conciencia en el estudiante sobre la verdadera importancia de las Matemáticas en la vida diaria y profesional.

Referencias

Aguilar, M. F. (2006). El mapa conceptual: una herramienta para aprender y enseñar. *Plasticidad y restauración neurológica*, 5 (1), 7-17.

Álvarez, O. D. (2011). *Incidencia de las representaciones múltiples en la formación del concepto transporte celular en estudiantes universitarios* (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de Manizales, Manizales Colombia.

Álvarez, O. D. (2014). La tarea de educar. *Colección Pedagogía Iberoamericana*. Tomo 14. Editorial Redipe. 51-65.

Álvarez, O. D. (mayo de 2014). *Las representaciones múltiples como estrategia didáctica en el ejercicio docente*. Memorias Simposio Internacional de Educación, pedagogía y Formación. Ponencia llevada a cabo en el simposio internacional de educación, pedagogía y formación docente, Cartagena, Colombia.

Álvarez, O. D., & Muñoz, J. E. (noviembre de 2014). Las representaciones múltiples como estrategia didáctica en la formación de maestros y maestras en educación para la primera infancia. Infancias y juventudes latinoamericanas. Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud –. Ponencia llevada a cabo en el I bienal latinoamericana de infancias y juventudes, Manizales, Colombia.

Álvarez, O. D., Álvarez, C., y Chica, M. F. (2017). Las representaciones múltiples como fundamento para la innovación en la evaluación del aprendizaje en ámbitos escolares juveniles. *Metamorfosis. Revista del Centro Reina Sofía sobre adolescencia y juventud*. (6), 110-129.

Betancourth, J. R., & Ortiz, M. A. (2011). *Aproximación al estado del arte sobre la argumentación*

en la enseñanza de las ciencias (2005-2010) (Tesis de pregrado). Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Buitrago, Á. R., Mejía, N. M., y Hernández, R. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. *Innovación Educativa*, 13(63), 17-40.

Campaner, G. L., y De Longhi, A. L (2007). La argumentación en Educación Ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 442-456.

Campos, M. A., y Cortés, L. (2002). Conversar, argumentar, explicar: Una estrategia para construir conocimiento abstracto. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 22 (4), 115-156.

Candela, M. A. (1991). Argumentación y conocimiento científico escolar. *Centro de investigación y estudios avanzados - Infancia y aprendizaje* (55), 13-28.

Cañas, A. J., Ford, K. M., Hayes, P. J., Reichherzer, T., Suri, N., Coffey, J., Carff, R., y Hill, G. (2006). Colaboración en la construcción de conocimiento mediante la elaboración de mapas mentales. *Institute for Human and Machine Cognition*. 1 – 8.

Cardona, D., y Tamayo, O. E. (2009). Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a la genética. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud. Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud*, 7(2), 1545-1571.

Chamizo, J. A. (2007). Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 133- 146.

Revel, A., Couló, A., Erduran, A., Furman, S., Iglesia, M. y Aduríz-Bravo, P. (2005). Estudios sobre

la enseñanza de la argumentación científica escolar. *Revista de Investigación y Experiencias didácticas*. Número extraordinario VII congreso. 1-5

Costamagna, A. (2001). Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelación del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Investigación Didáctica. Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 107-121.

Díaz, L. B., Gimeno, M. S., y Nappa, N. (2011). Representaciones mentales originadas a partir de ilustraciones de sistemas tecnológicos. *Red de revistas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2(2), 107-116.

Diez, D., y Caballero, C. (2004). Representaciones externas de los conceptos biológicos de gen y cromosoma. Su aprendizaje significativo. *Revista de Investigación Universidad Pedagógica Experimental Libertador Venezuela*, 56. 91-121.

Distéfano, M. L., Urquijo, S. y González, S. (2010). *Una intervención educativa para la enseñanza del lenguaje simbólico*. *Revista Iberoamericana de educación Matemática*, 23. 59-70.

Duschl, R. A. (1998). La valoración de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación. *Investigación Didáctica*, 16(1), 3-20.

Eudave, D. (2008). Niveles de comprensión de información y gráficas estadísticas en estudiantes de centros de educación básica para jóvenes y adultos de México. *Educación Matemática*, 21(2), 5-37.

Galagovsky, L. R., Rodríguez, M. A., Stamati, N., y Morales, L. F. (2003). Representaciones mentales, lenguajes Y códigos en la enseñanza de ciencias Naturales. Un ejemplo para el

aprendizaje para evaluar la evolución del conocimiento de alumnos universitarios. *Enseñanza de las ciencias - Innovaciones Didácticas*, 19(2), 309-318.

García, S., Domínguez, J.M., y García-Rodeja, E. (2002). Razonamiento y argumentación en ciencias. Diferentes puntos de vista en el currículo oficial. *Investigación didáctica*, 20(2), 217-228.

García, J. J. (2005). El uso y el volumen de información en las representaciones gráficas cartesianas presentadas en los libros de texto de ciencias experimentales. *Investigación Didáctica*, 23(2), 181-200.

García, J. J., y Perales, F. J. (2006). ¿Cómo usan los profesores de Química las representaciones semióticas? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 247-259.

García, J. J., y Perales, F. J. (2007). ¿Comprenden los estudiantes las gráficas cartesianas usadas en los textos de ciencias? *Investigación Didáctica. Enseñanza de las ciencias*, 25(1), 107-132.

Giordan, A. (1989). Representaciones sobre la utilización didáctica de las representaciones. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 7(1), 53-62.

Gómez, A. (2008). Construcción de explicaciones multimodales: ¿Qué aportan los diversos registros semióticos? *Revista latinoamericana de estudios educativos*, 4(2), 83-99.

Banet, E., Sánchez, G., y Valcárcel, M.V. (1992). Los mapas conceptuales de J. D Novak como instrumentos para la investigación en didáctica de las ciencias experimentales. *Investigación y experiencias didácticas. Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 148-158.

Greca, I., y Moreira, M. A. (1996). Un estudio piloto sobre representaciones mentales, imágenes, proposiciones y modelos mentales respecto al concepto de campo electromagnético en alumnos de

física general, estudiantes de postgrado y físicos profesionales. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(1), 95-108.

Henao, B. L., y Stipcich, M. S. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 47- 62.

Islas, S. M., Sgro, M. R., y Pesa, M. A. (2009). La argumentación en la comunidad científica y en la formación de profesores de física. *Ciência & Educação*, 15(2), 291-304.

Jiménez-Alexandr , M. P., y Díaz, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en las clases de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias, Investigación didáctica*, 21(3), 359-370.

Jiménez-Alexandr  M. P. y Puig, B. (2010). Argumentación y evaluación de explicaciones causales en ciencias: el caso de la inteligencia. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, (11). 11-18

Ladislao, S. (2000). Cómo mejorar el razonamiento lógico-matemático en los estudiantes de tercer ciclo de educación básica. *Revista electrónica Theorethikos*. Año III, (2), 1-12.

Lombardi, G., Caballero, C., y Moreira, M. A. (2005). Estudio preliminar de las representaciones no-textuales utilizadas en textos escolares de Química general. *Revista enseñanza de las ciencias*. Número extra. VII congreso. 1-6.

López, R., Saldarriaga, J. A., y Tamayo, O. E. (2007). Análisis de representaciones gráficas en libros de texto de Química. *Revista Latinoamericana de estudios educativos*, 3(2), 61-86.

Martín, M. (2002). La enseñanza de las ciencias ¿para qué? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), 57- 63.

Molina, M. E. (2012). Argumentar en clases de ciencias naturales: una revisión bibliográfica. *Actas III jornada de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las ciencias naturales*. 553 – 564.

Moreira, M. A. (1997). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo. *Revista Galáico Portuguesa de Sócio Pedagogía y socio-lingüística. Instituto de Física*. 1-13. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasesp.pdf>

Toulmin, S. (Ed). (2007). *Los usos de la argumentación*, Barcelona, España: Ediciones Península.

Murillo, F. J., Madera, A., Monasterio, I., Jaraiz A., Cantador, R., Sánchez, J. y Varas, R. (2010). Estudio de casos. *Facultado de formación del profesorado y educación*.

Nappa, N., Insausti, M., y Sigüenza, A. (2005). Obstáculos para generar representaciones mentales adecuadas sobre la disolución. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 344-366.

Otero, M., Moreira, M., y Greca, I. (2002). El uso de imágenes en textos de física para la enseñanza secundaria y universitaria. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(2), 127-154.

Otero, M. (1999). Psicología cognitiva, representaciones mentales e investigación en enseñanza de las ciencias. *Investigações em Ensino de Ciências*, 4(2), 93-119.

Pájaro, P., & Trejos, S. (2017). *Desarrollo de la competencia argumentativa y su relación con los modelos explicativos del concepto de tejido muscular en el aula de séptimo grado* (Tesis de

Maestría). Universidad Tecnológica de Pereira, Risaralda, Colombia.

Pájaro, P. P., Trejos, S. P., Ruiz, F. J., y Álvarez, O. D. (2016). Procesos argumentativos y su relación con el aprendizaje del concepto tejido muscular. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. Número extraordinario. 804-810.

Pallas, C. (2006). *La argumentación. Su historia a través de los filósofos*. Selección de textos. Montevideo, Uruguay: Nibia.

Perelman, C., y Olbrechts – Tyteca, L. (1989). *Tratado de la argumentación*. Traducción española. Editorial Gredos, S. A. editado por la Universidad de Bruselas.

Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21(2), 307-327.

PISA. Programme for International Student Assessment (2017). Mejorar el rendimiento desde el nivel más bajo. N° 2. PISA in focus. Recuperado de <http://www.oecd.org/pisa/pisaenespaol.htm>

PISA (2012). *Resolución de problemas de la vida real. Resultados de Matemáticas y Lectura por ordenador*. Instituto nacional de evaluación educativa. Recuperado de <https://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012-resolucionproblemas/pisa2012cba2web-1-4-2014.pdf?documentId=0901e72b8190478d>

Revel, A., Meinardi, E., y Adúriz-Bravo, A. (2014). La argumentación científica escolar: contribución a la comprensión de un modelo complejo de salud y enfermedad. *Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias. Ciênc. Educ. Bauru*, 20(4). 987-1001.

Revel, A., Couló, A., Erduran, S., Furman, M., Iglesia, P., Adúriz-Bravo, A. (2005). Estudios sobre

la enseñanza de la argumentación científica escolar. *Revista Enseñanza de las ciencias. Número extra. VII congreso.* 1-5.

Ricoy, C. (2006). Contribución sobre los paradigmas de investigación. *Educação. Revista do Centro de Educação, 31(1)*, 11-22.

Rodríguez, L. I. (2004). El modelo argumentativo de Toulmin en la escritura de artículos de investigación educativa. *Revista digital universitaria, 5(1)*, 1–18.

Ruiz, F. J. (2012). *Caracterización y evolución de los modelos de enseñanza de la argumentación en clase de ciencias en la educación primaria.* (Tesis Doctoral). Universidad de Barcelona, España.

Ruiz, F. J., Tamayo, O. E., y Márquez, C. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educ. Pesqui., 41(3)*, 629-646.

Sampieri, R., Fernández C. y Baptista M. (2006). *Metodología de la investigación.* México D.F: McGRAW HILL/Interamericana Editores S. A.

Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación.* México D.F: McGRAW HILL/Interamericana Editores S. A.

Sánchez, J., Castaño, O., y Tamayo, O. (2015). La argumentación metacognitiva en el aula de ciencias. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, 1(2)*, 1152-1168.

Sánchez, J., y Alarcón, P. (2005). Construcción de conocimiento con editores de mapas mentales. *Universidad de Chile.* 202–211.

Sardá, A., y Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias, 18(3)*, 405-422.

Seufert, T. (2003). Supporting coherence formation in learning from multiple representations. *Learning and Instruction*. 13(2), 227-237.

Solbes, J., Ruiz J. J., y Furió, C. (2010). Debates y argumentación en las clases de Física y Química. *Alambique. Revista Didáctica de las ciencias experimentales - Alambique*, (63), 65-75.

Tamayo, O. E. (2006). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 37-49.

Tamayo, O. E., y Sanmartí, N. (2005). Características del discurso escrito de los estudiantes en clases de ciencias. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 3(002), 1-21.

Van Dijk T. A. (2003). *La multidisciplinariedad del análisis crítico del discurso: un alegato en favor de la diversidad*. Barcelona, España. Editorial Gedisa.

Yepes, O. J. (2015). Aprendizaje del comportamiento físico químico de gases, desde el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas de descripción y explicación. *Revista Horizontes Pedagógicos*, 17(1), 24-32.

6. Anexos

6.1. Anexo 1. Momento Uno: Diagnóstico y activación de saberes previos

INCIDENCIA DE LAS REPRESENTACIONES MÚLTIPLES EN EL FORTALECIMIENTO DE LA COMPETENCIA ARGUMENTATIVA EN ESTUDIANTES DE BÁSICA SECUNDARIA

OBJETIVO

CONOCER LA INCIDENCIA DE LAS REPRESENTACIONES MÚLTIPLES EN EL FORTALECIMIENTO DE LA COMPETENCIA ARGUMENTATIVA EN ESTUDIANTES DE BÁSICA SECUNDARIA

UNIDAD DE TRABAJO: ____ ESTUDIANTES

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

APRENDIENDO CON LOS GASES

ELABORADO POR

JAIRO LUIS ROMERO ACOSTA


GUSTAVO ADOLFO BONILLA PÉREZ

A continuación, te invitamos a leer, detenidamente, una serie de actividades relacionadas con el tema de los gases y así, fortalecer tus competencias en Ciencias Naturales.

1

Identificación de ideas previas

1. Realiza un dibujo sobre cada uno de los conceptos que se muestran a continuación.

Temperatura


Gas

presión

Volumen

2. Observa las siguientes imágenes y responde las preguntas



- a. Imagina por un momento que se te escapa un globo lleno de helio ¿Qué crees que ocurrirá con él después de haber ascendido lo suficientemente alto como para no poder verlo? ¿Hasta dónde crees que llegará?

- b. Explica brevemente ¿Qué crees que le ocurre al globo cuando lo inflamamos demasiado? ¿Por qué crees que ocurre esto?



3. Al ascender por una montaña el aire se siente más frío que en las zonas cercanas al mar. ¿Por qué el aire está más frío si está más cerca del Sol?

4. El buceo es una actividad deportiva y/o comercial que se realiza sumergiéndose bajo un cuerpo de aguas, como ríos o mares. ¿Cómo crees que cambia el volumen ocupado por los pulmones si se aumenta la presión en la medida en que el buzo desciende?

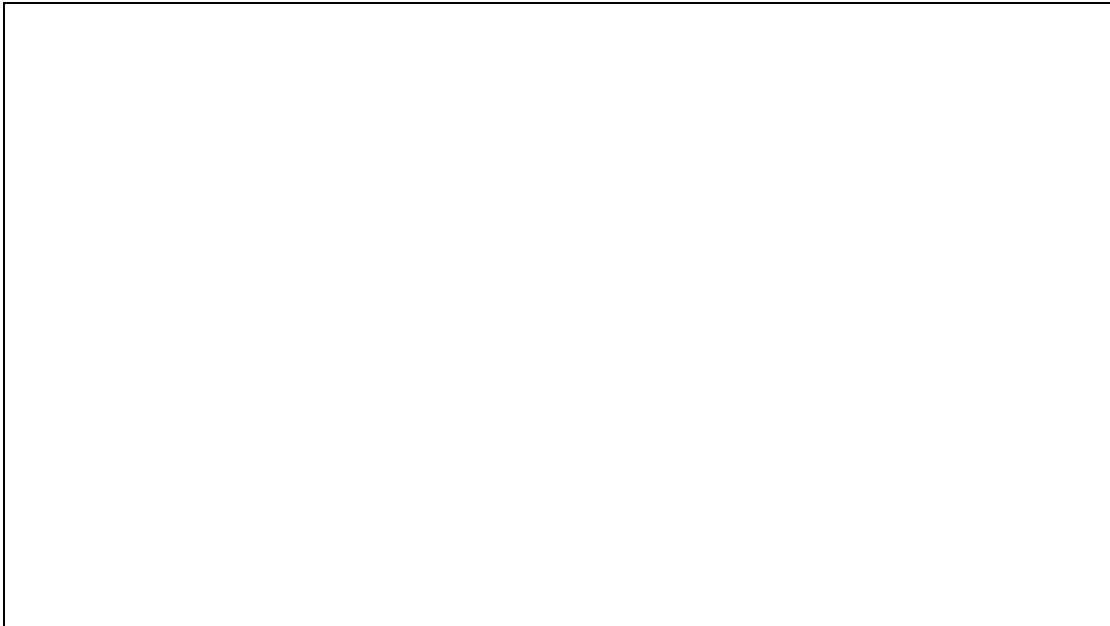


5. Observa muy bien la siguiente imagen, en donde las líneas rojas son aire caliente y la azules aire frío.

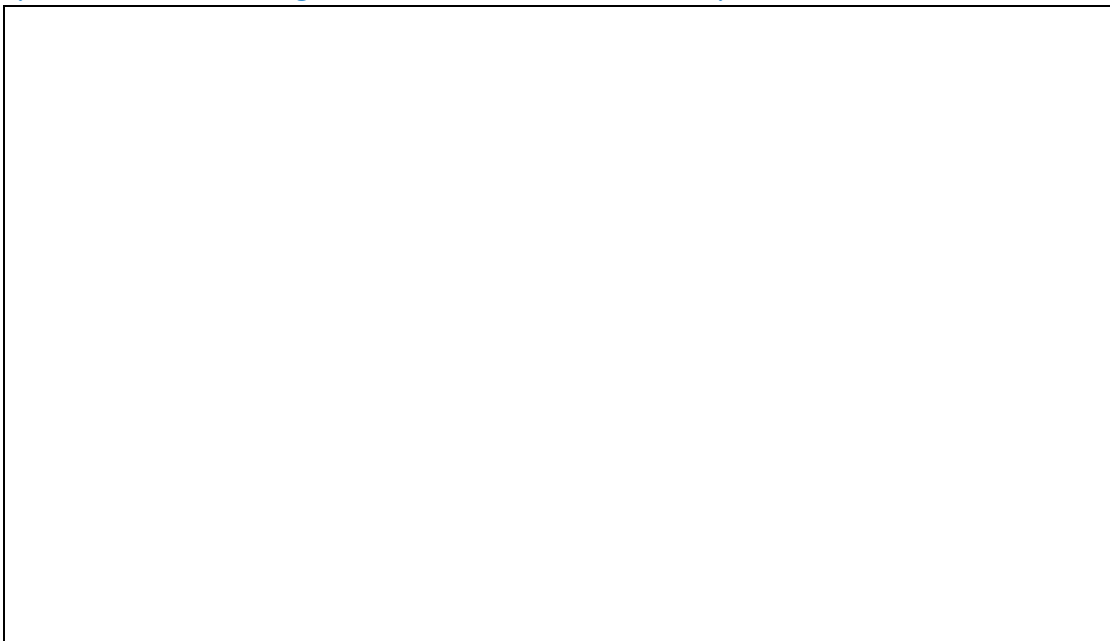


- a. A partir del estudio de los gases, que explicación se le puede dar al funcionamiento de este importante aparato para su adecuado funcionamiento

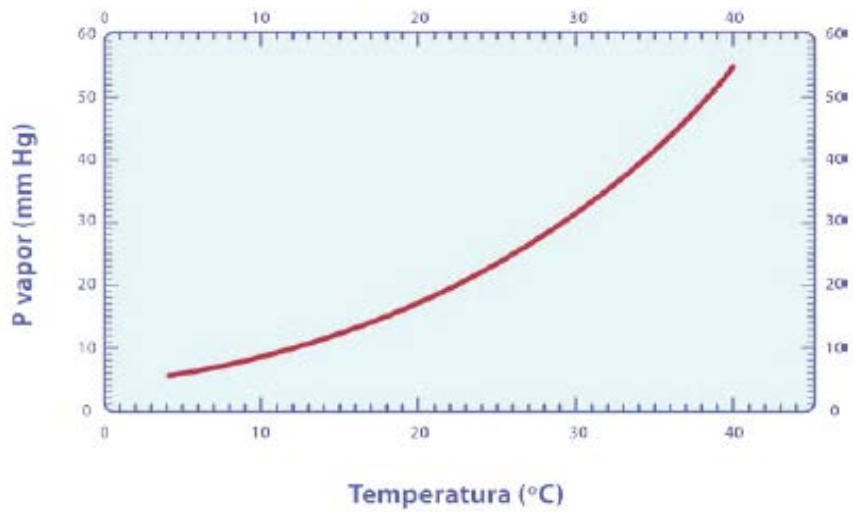
6. Se tiene un gas sometido a una presión de 4 atm y a una temperatura de 293 K; si se incrementa la presión a 7 atm, ¿cuál es la nueva temperatura del gas? Recuerda que, si la presión se incrementa, la temperatura no cambia, pero si la temperatura se aumenta, la presión sí cambia. ¿Qué ley de los gases se está aplicando?



7. Un tanque contiene gas natural (CH_4) a 30°C y a una presión de 5 atm. ¿Cuál es la presión interna del gas cuando se calienta el tanque a 308 K?



8. Observa la siguiente gráfica y responde.



a. ¿Qué relación de proporcionalidad observas?

b. ¿Qué ley de los gases está representada?

c. Describe la ley de los gases que permite comprender el gráfico.

9. Los globos aerostáticos son muy utilizados para pasear y divisar lugares desde arriba. Su funcionamiento se basa en la ley de Charles. Si observas la imagen, es necesario poner para que este se eleve.



a. ¿Cómo explicas esto?

b. ¿Qué debe hacer la persona que maneja el globo si desea aterrizar?

c. ¿por qué?

10. Es absolutamente normal que, en el proceso de digestión, por fermentación de los alimentos, una persona produzca una cantidad aproximada de 1,5 litros de gas en su intestino y que expulse un determinado número de gases, lo que alivia la molestia estomacal. ¿Qué cosas pueden hacer que aumente la producción de gases en el intestino?

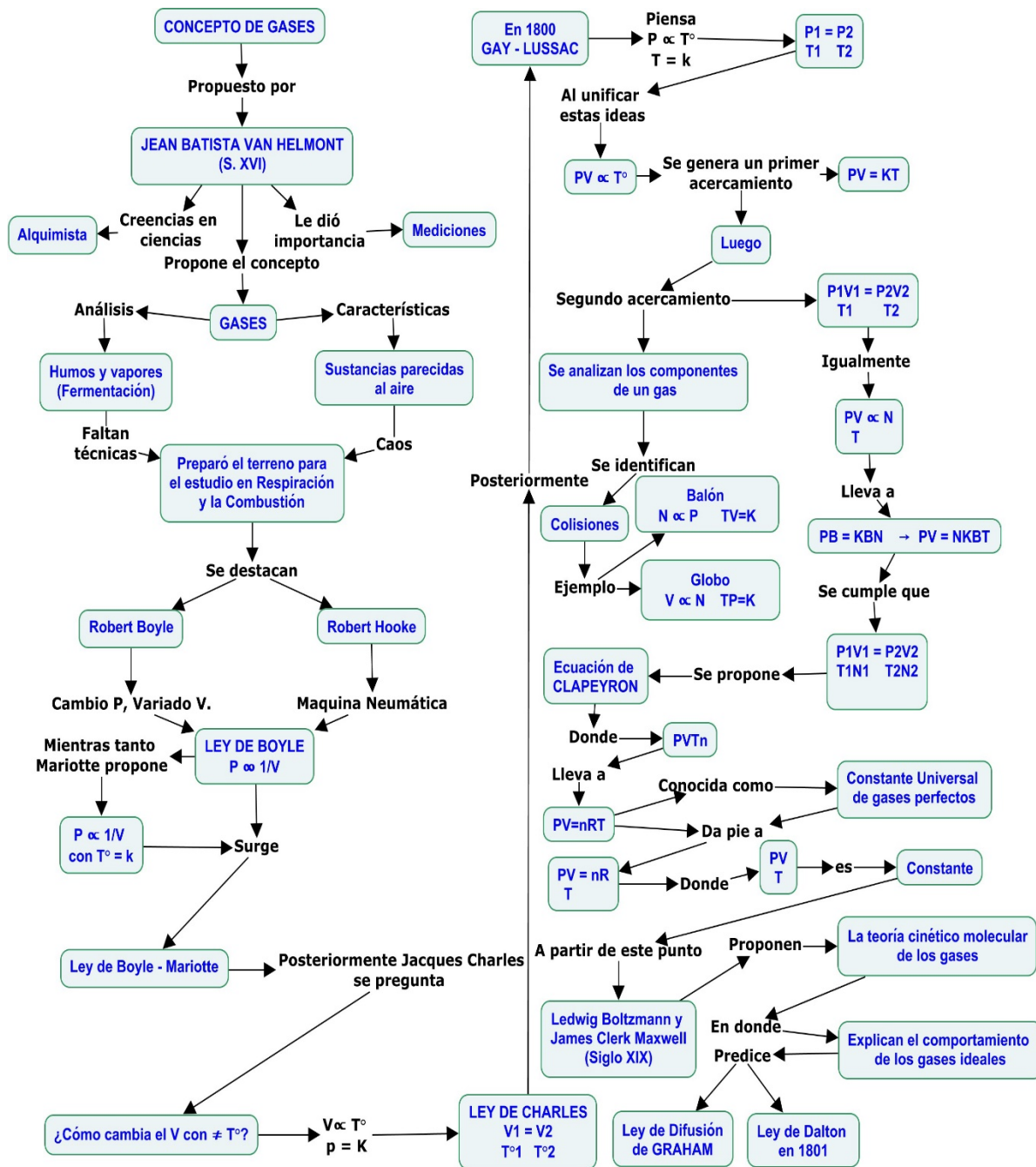
MOMENTO 2

PRESENTACIÓN DE LA NUEVA TEMÁTICA

MOMENTO 1.

INTERVENCIÓN EXPLICATIVA

1. Elaboración de mapa conceptual sobre el desarrollo histórico del concepto de gases ideales



2. Intervención explicativa para presentar la teoría cinético molecular.

- <http://www.educaplus.org/gases/tcm.html>

Se realizarán algunos ejercicios de simulaciones sobre las leyes de los gases que permitirán afianzar mucho más los conceptos abordados para el trabajo de intervención con los estudiantes.

- <http://conteni2.educarex.es/mats/14342/contenido/>

Apreciaciones por parte de los estudiantes

3. Intervención explicativa sobre las propiedades de los gases.

- <https://www.youtube.com/watch?v=PxdQW2ZUOPI>

A partir de este video se retoman algunos ejemplos e ideas que pueden ser utilizados con los estudiantes para lograr un aprendizaje a profundidad y permitir el desarrollo de argumentos válidos a la luz de las ciencias.

4. Clase explicativa y ejercicios sobre la ley general de gases ideales.

Los estudiantes resuelven problemas contextualizados y explican las respuestas obtenidas con su aplicabilidad en la vida.

5. Simulaciones. Donde se demuestra el comportamiento de los gases de acuerdo con sus variables.

- <http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1172/html/index.html>

En esta página se encuentra teoría que explica las propiedades, características y leyes de los gases. Se retoman las ideas más destacadas para el desarrollo con los estudiantes en el aula durante el proceso de intervención.

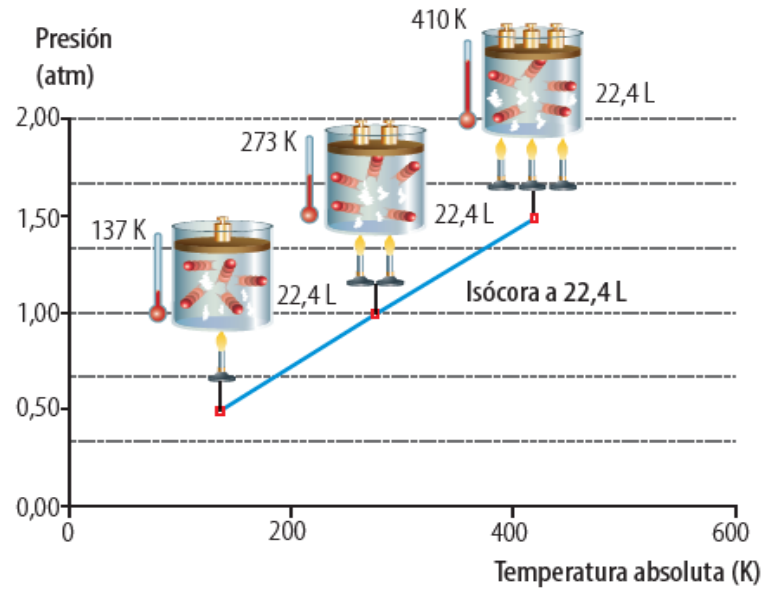
IMAGEN 2



2. Menciona cuales variables relacionadas con el comportamiento de los gases logras identificar en la imagen.

a. Qué gráfico lo explica?

4. A partir de la observación y el análisis del siguiente gráfico de la ley de Gay Lussac, establece una conclusión, los datos que la sustentan y algún caso en el que la ley no se cumpla.

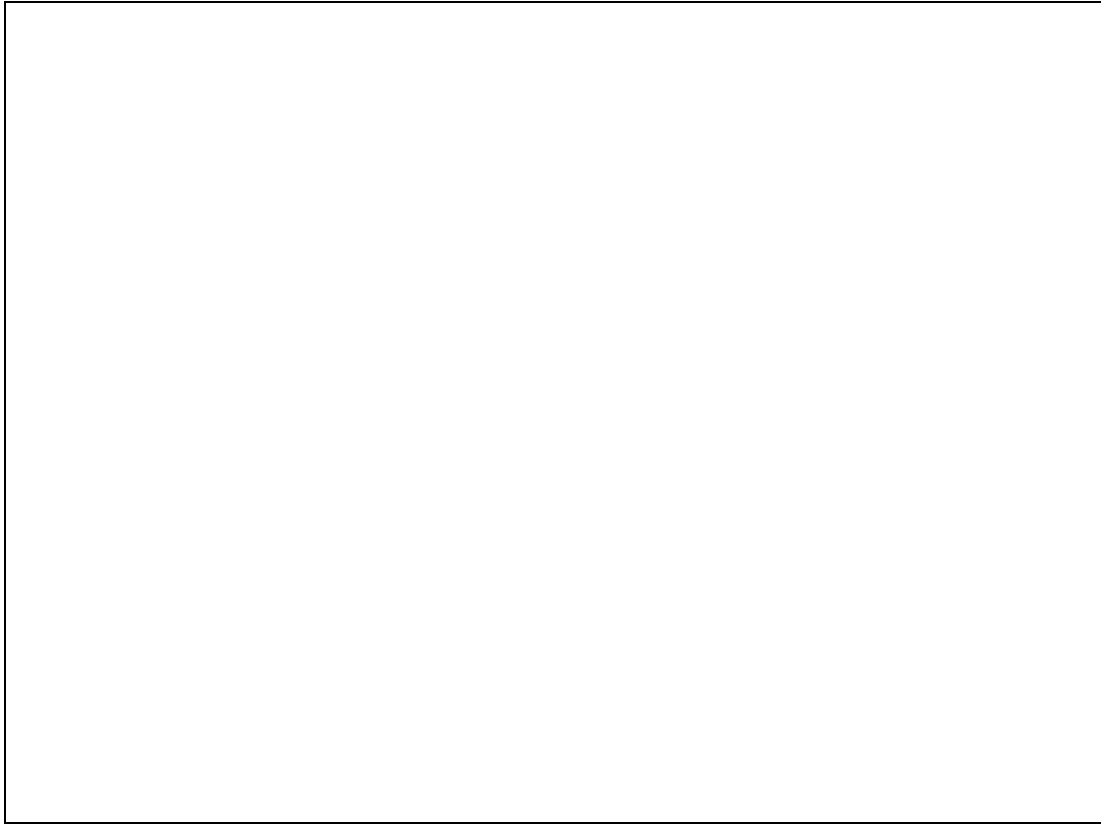


Conclusión

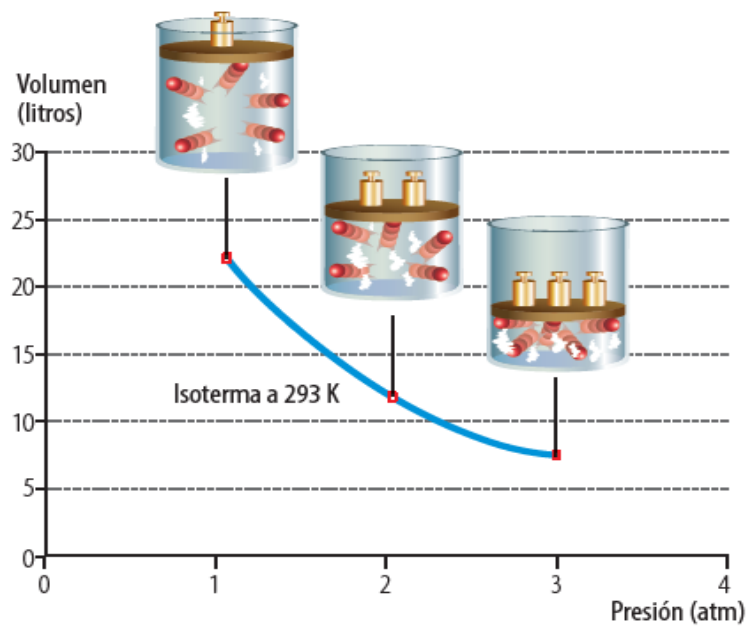
Datos

Refutaciones

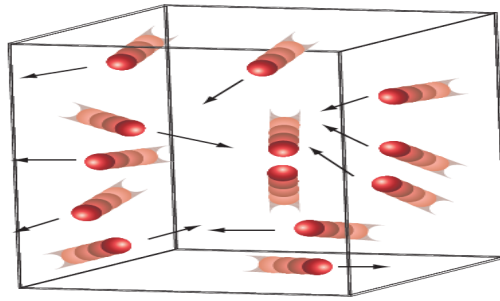
a. ¿Qué gráfico lo explica?



5. Explica bien la siguiente representación, la relación que se da entre la temperatura, el volumen y la presión ¿Por qué?



7. ¿Cómo explicas esta imagen?



8. ¿Cómo explicas la siguiente imagen y cómo puede esta condición afectarnos o beneficiarnos en la ciudad de medellín?



MOMENTO 3

ESTRUCTURACIÓN Y SÍNTESIS

MOMENTO 1.

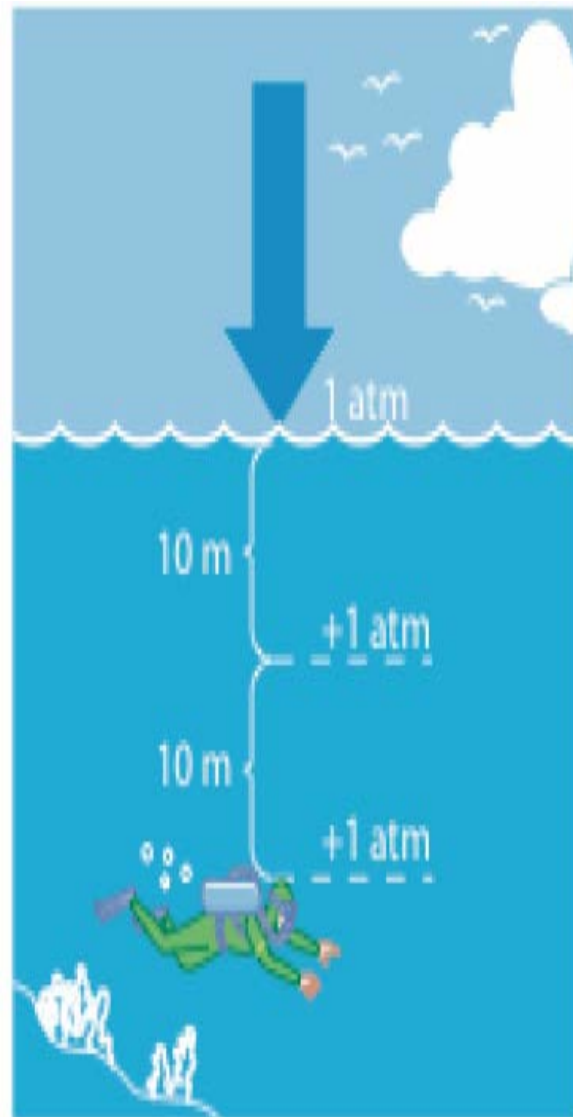
ANÁLISIS DE SITUACIONES EN CONTEXTO.

EL BUCEO Y LAS LEYES DE LOS GASES

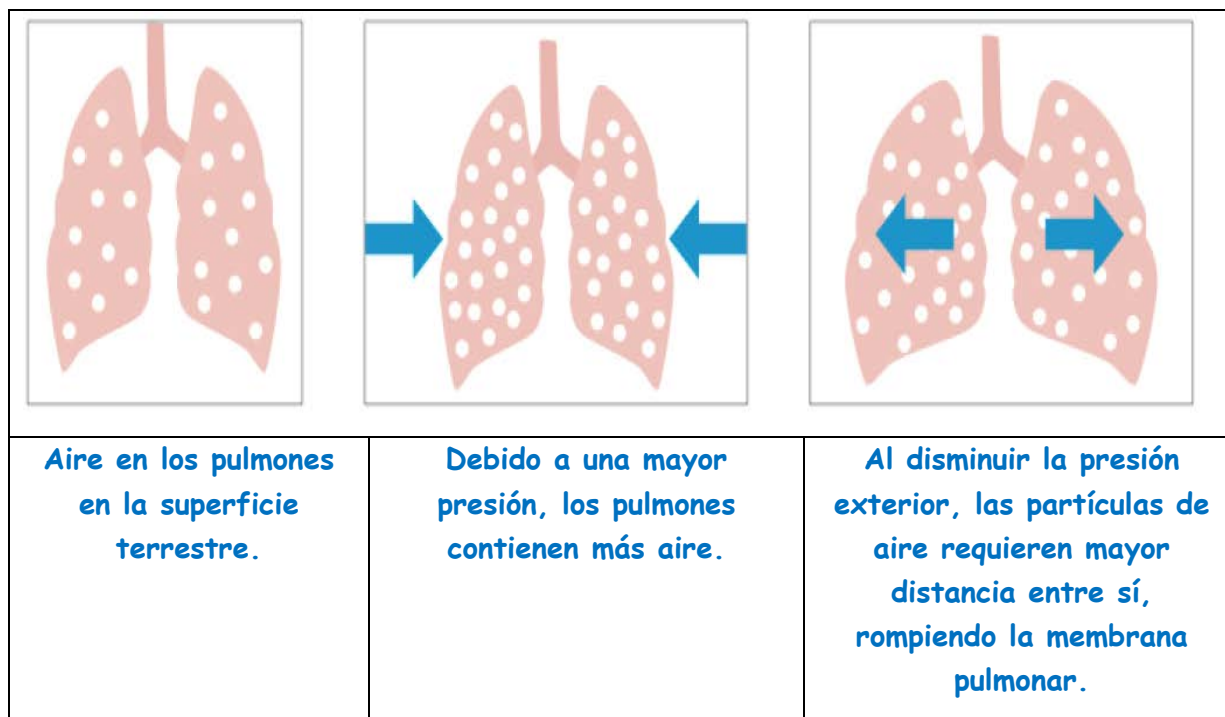
Cuando el hombre desciende por un mar, lago, río o cualquier ambiente acuático, con el fin de desarrollar alguna actividad deportiva, comercial, de investigación científica o militar, debe considerar la ley de los gases. El aumento de la presión bajo el agua afecta la respiración, así como la mezcla gaseosa de oxígeno y nitrógeno que aspira de su equipo de buceo.

El volumen de aire en los pulmones

Los buzos deben poseer una adecuada preparación para soportar la presión. Si un buzo sube rápidamente a la superficie después de haber estado a una profundidad de seis metros, donde la presión es de 1,6 atm (0,6 atm de la presión del mar, más 1 atm de la presión aire), el volumen del aire atrapado en sus pulmones aumentará. Esta súbita expansión del aire puede romper las membranas de los pulmones y los alvéolos, generando un neumotórax.



del



¿Qué ocurre con el Nitrógeno?

El gas nitrógeno que forma la mezcla de aire comprimido usada por los buzos puede llegar a ser peligroso. Cuando la presión parcial del nitrógeno gaseoso excede de 1 atm, este se disuelve en la sangre. Por lo tanto, parte del nitrógeno se disuelve en la sangre del buzo cuando este desciende.

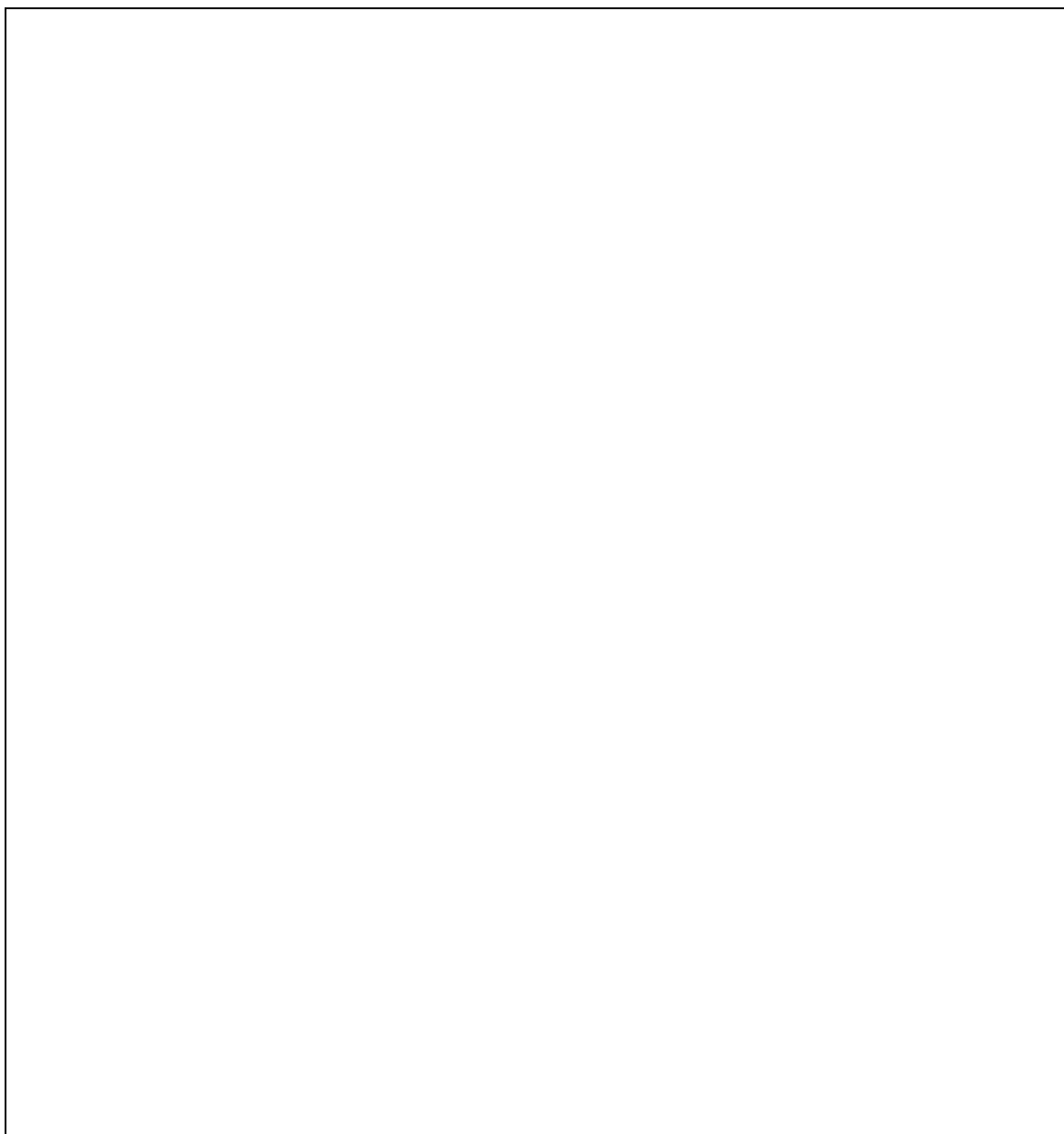
A medida que el buzo sube a la superficie, disminuye la presión de tal manera que el nitrógeno disuelto se convierte nuevamente en gas. Entonces se forman burbujas de nitrógeno en la sangre. Estas pueden ser lo suficientemente grandes como para bloquear la circulación y causar una parálisis y la muerte. Este efecto se puede evitar si el buzo sube lentamente, deteniéndose unos minutos, para que el nitrógeno disuelto en la sangre se vaya eliminando poco a poco.

Otra opción es usar una mezcla de oxígeno y helio en lugar de aire.

¿Qué ocurre con el oxígeno al sumergirnos?

El oxígeno es importante para la vida; sin embargo, puede ser dañino si se respira en una dosis mayor que la normal. El exceso de oxígeno provoca convulsiones o la destrucción de la retina. Por esta razón, los tanques de buceo no contienen oxígeno puro sino aire comprimido.

5. Elabora cualquier dibujo, gráfico, mapa, esquema o representación que evidencie la comprensión alcanzada en la lectura.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to draw or represent their understanding of the text.

MOMENTO 2. EXPERIENCIA PRÁCTICA

¿CÓMO ACTÚA LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA?

MATERIALES

- Botella plástica grande (cuanto más grande sea la botella, más sencillo te será inflar el globo).
- Un globo.
- Un elemento punzante (tijeras).



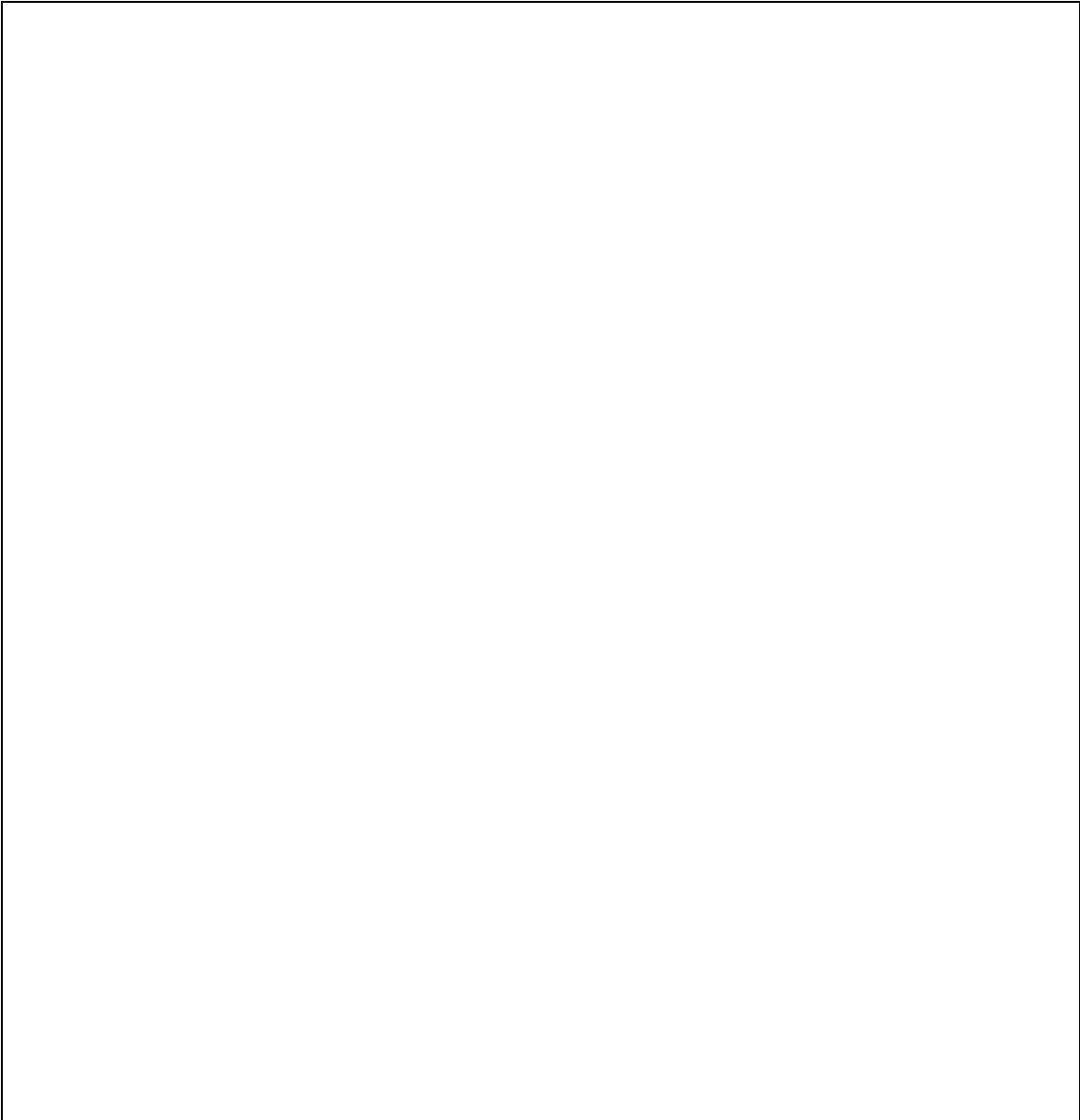
PROCEDIMIENTO

1. Con el elemento punzante, haz un pequeño orificio en el fondo de la botella (por seguridad, pide ayuda a una persona adulta para que haga este orificio).
2. Ahora, introduce el globo por el pico de la botella y asegura su extremo allí mismo.
3. A continuación, infla el globo.
4. Cuando ya esté del tamaño que tú desees, tapa con tu dedo el orificio en el fondo de la botella; no necesita hacerle ningún nudo al globo, él quedará inflado y sólo desinflará cuando destapes el orificio.



se

3. **Elabora una representación que dé cuenta del efecto de la presión atmosférica sobre los seres vivos.**


A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to draw or represent the effect of atmospheric pressure on living beings.

MOMENTO 4
APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS

LOS GASES

A continuación, encontrarás una serie de actividades relacionadas con el tema de los gases. Te invitamos a leerlas detenidamente y así fortalecer tus competencias en Ciencias Naturales.

1. Realiza un dibujo sobre cada uno de los conceptos que se muestran a continuación.

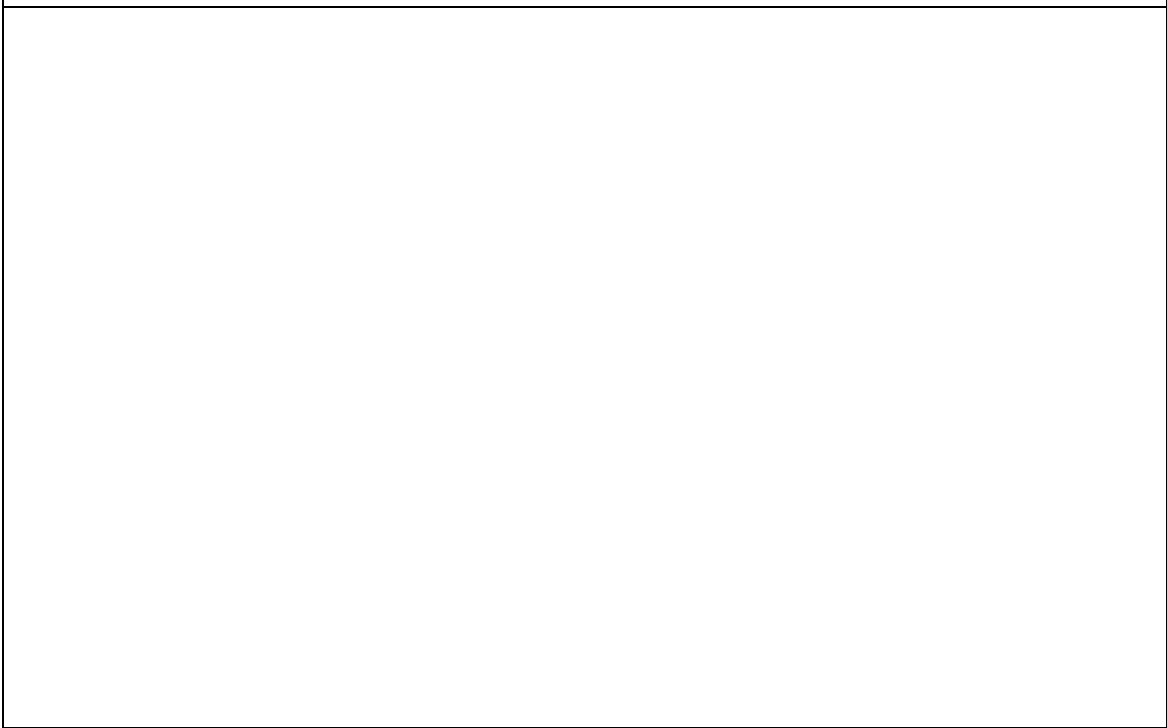
Temperatura


Gas

Presión



Volumen



2. Observa las siguientes imágenes y responde las preguntas



- a. Imagina por un momento que se te escapa un globo lleno de helio ¿Qué crees que ocurrirá con él después de haber ascendido lo suficientemente alto como para no poder verlo? ¿Hasta dónde crees que llegará?



- b. Explica brevemente ¿Qué crees que le ocurre al globo cuando lo inflamos demasiado? ¿Por qué crees que ocurre esto?

3. Al ascender por una montaña el aire se siente más frío que en las zonas cercanas al mar. ¿Por qué el aire está más frío si está más cerca del Sol?



4. El buceo es una actividad deportiva y/o comercial que se realiza sumergiéndose bajo un cuerpo de aguas, como ríos o mares. ¿Cómo crees que cambia el volumen ocupado por los pulmones, si se aumenta la presión en la medida en que el buzo desciende?

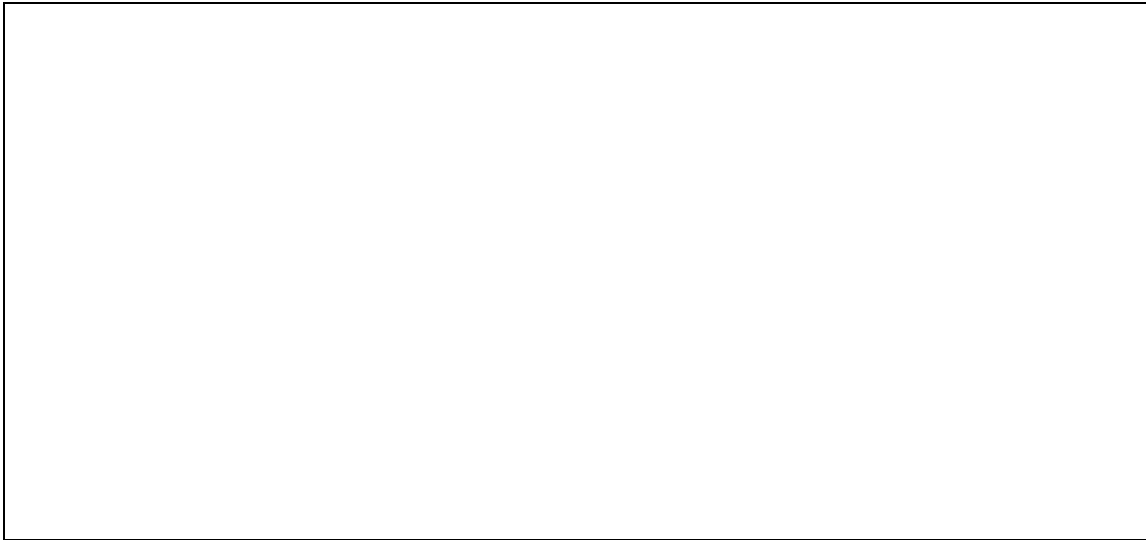
5. Observa muy bien la siguiente imagen, en donde las líneas rojas son aire caliente y la azules aire frio.



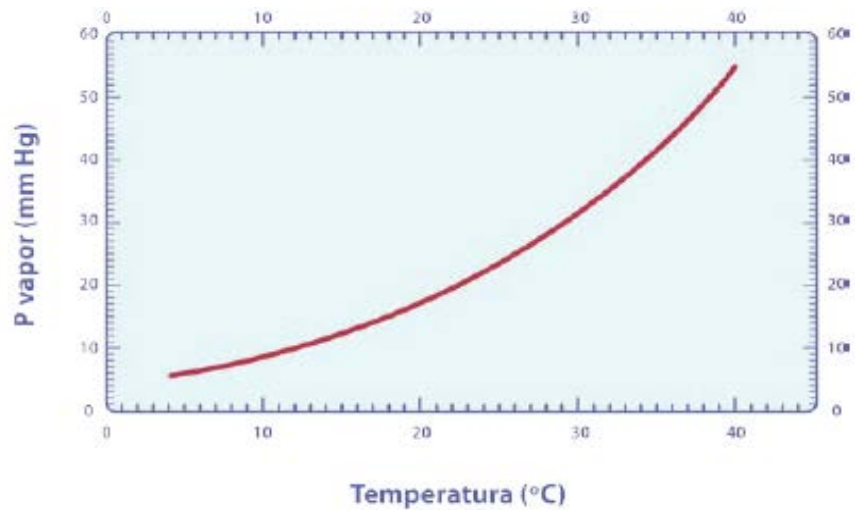
- a. A partir del estudio de los gases, que explicación se le puede dar al funcionamiento de este importante aparato para su adecuado funcionamiento

6. Se tiene un gas sometido a una presión de 4 atm y a una temperatura de 293 K; si se incrementa la presión a 7 atm, ¿cuál es la nueva temperatura del gas? Recuerda que, si la presión se incrementa, la temperatura no cambia, pero si la temperatura se aumenta, la presión sí cambia. ¿Qué ley de los gases se está aplicando?

7. Un tanque contiene gas natural (CH_4) a $30\text{ }^\circ\text{C}$ y a una presión de 5 atm . ¿Cuál es la presión interna del gas cuando se calienta el tanque a 308 K ?



8. Observa la siguiente gráfica y responde.

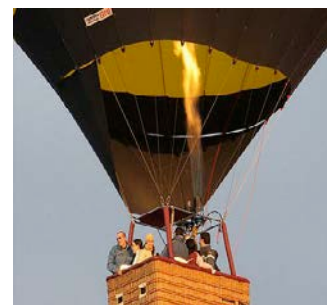


- a. ¿Qué relación de proporcionalidad observas?

b. ¿Qué ley de los gases está representada?

c. Describe la ley de los gases que permite comprender el gráfico.

9. Los globos aerostáticos son muy utilizados para pasear y divisar lugares desde arriba. Su funcionamiento se basa en la ley de Charles. Si observas la imagen, es necesario poner para que este se eleve.



a. ¿Cómo explicas esto?

b. ¿Qué debe hacer la persona que maneja el globo si desea aterrizar?

c. ¿por qué?

10. Es absolutamente normal que, en el proceso de digestión, por fermentación de los alimentos, una persona produzca una cantidad aproximada de 1,5 litros de gas en su intestino y que expulse un determinado número de gases, lo que alivia la molestia estomacal. ¿Qué cosas pueden hacer que aumente la producción de gases en el intestino?
