



**RELACIÓN ENTRE NIVELES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y
ARGUMENTACIÓN EN EL ESTUDIO DE LAS LEYES DE LOS GASES**

LADY MARIANA PINEDA PÉREZ

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

MANIZALES

2022

**RELACIÓN ENTRE NIVELES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y
ARGUMENTACIÓN EN EL ESTUDIO DE LAS LEYES DE LOS GASES**

Autora

LADY MARIANA PINEDA PÉREZ

**Proyecto de grado para optar el título de Magister en Enseñanza de las
Ciencias**

Tutor

MG. RENE MARÍN RODRÍGUEZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

MANIZALES

2022

DEDICATORIA

Esta obra de conocimiento la dedico a mi familia, a Santiago y Sofía fruto de
la unión y el amor con mi amado esposo.

AGRADECIMENTOS

Expreso mi sentimiento de gratitud a la Institución Educativa Nuestra Señora de Chiquinquirá, a los docentes y estudiantes.

De igual forma a la Universidad Autónoma de Manizales, al docente Mg. Rene Marín Rodríguez, por sus valiosos aportes en esta obra de conocimiento.

TABLA DE CONTENIDO

1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	8
2	JUSTIFICACIÓN.....	18
3	OBJETIVOS.....	20
3.1	OBJETIVO GENERAL:	20
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	20
4	REFERENTE CONCEPTUAL	21
4.1	PERSPECTIVA DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	21
4.1.1	Modelo De Resolución De Problemas Según Polya (1945).....	25
4.1.2	Schoenfeld Y La Resolución De Problemas	30
4.1.3	Resolución Creativa De Problemas García (2003).....	34
4.1.4	Resolución De Problemas Y La Didáctica De Las Ciencias Tamayo Et Al (2014)	38
4.2	¿QUÉ SE ENTIENDE POR ARGUMENTACIÓN?	41
4.2.1	Modelos De Argumentación De Toulmin (1958).....	45
4.2.2	Modelo De Argumentación Según Van Dijk (1978).....	46
4.2.3	Modelo De Argumentación En La Didáctica De Las Ciencias Tamayo Et Al (2014)	49
4.3	ELEMENTOS HISTÓRICO-EPISTÉMICOS DEL ESTUDIO DE LAS LEYES DE LOS GASES	51
5	METODOLOGÍA.....	53
5.1	ENFOQUE Y ALCANCE.....	53
5.2	POBLACIÓN Y CONTEXTO.....	54
5.3	UNIDAD DE TRABAJO	54
5.4	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	54
5.5	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	55
5.6	TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	61

5.7	UNIDAD DIDÁCTICA	61
5.8	DISEÑO METODOLÓGICO	65
5.9	PLAN DE ANÁLISIS	66
6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	68
6.1	RESULTADOS ALCANZADOS EN RELACIÓN CON LOS NIVELES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	68
6.1.1	Enfoque Panorámico De Los Niveles De Resolución De Problemas.....	68
6.1.2	Zoom Del Desempeño En La Resolución De Problemas	69
6.2	NIVEL DE ARGUMENTACIÓN ALCANZADO POR LOS ESTUDIANTES	74
6.2.1	Enfoque Panorámico De Los Niveles De Argumentación	74
6.2.2	Zoom Sobre El Nivel De Argumentación Alcanzado Por Los Participantes .	75
6.3	RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE RESOLUCIÓN Y ARGUMENTACIÓN IDENTIFICADOS EN LOS ESTUDIANTES.....	78
6.4	DISCUSIÓN	80
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
7.1	CONCLUSIONES	83
7.2	RECOMENDACIONES	85
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Factores o dimensiones presentes en la resolución de problemas según Schoenfeld (1985).	32
Figura 2 Modelo de argumentación Toulmin (1958)	45
Figura 3 Estructura de la argumentación según Van Dijk (1992).	48
Figura 4 Diseño metodológico.	65
Figura 5 Opciones de respuesta del interrogante 1 en la carta de resolución de problemas. 73	

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tradición investigativa sobre argumentación según el enfoque de análisis.....	15
Tabla 2 Tipologías utilizadas en la resolución de problemas.	24
Tabla 3 Niveles argumentación según Tamayo, Zona y Loaiza (2014).....	50
Tabla 4 Cuadro de indicadores.	56
Tabla 5 Cuadro de desempeños según indicadores.	58
Tabla 6 Niveles de resolución de problemas alcanzados por los estudiantes.....	69
Tabla 7 Niveles de argumentación alcanzado por los estudiantes.....	74

LISTA DE ANEXOS

Anexo A Instrumento diagnóstico.....	91
Anexo B Instrumentos de análisis	101
Anexo C Consentimiento informado.....	102

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El espacio dedicado en los periódicos y revistas a los crucigramas y otros acertijos parece demostrar que el público dedica un cierto tiempo a resolver problemas sin ningún interés práctico (Polya, 1965, p. 6)

En el ciclo de formación de la educación media del currículo colombiano, la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales aborda el estudio de los procesos químicos como parte del desarrollo de competencias integradas en el plan de área que cada institución educativa debe formular e implementar (MEN, 2006).

En el caso de la Institución Educativa Nuestra Señora de Chiquinquirá al indagar en la evaluación del desempeño de los estudiantes realizada por el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES) a través de la prueba Saber 11 del año 2020, se evidencian debilidades en el componente de procesos químicos asociados con la explicación de fenómenos, por ejemplo para “comprender argumentos y modelos que den razón de fenómenos, así como para establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento, derivado de un fenómeno o problema científico” (ICFES, 2017, p. 6); cuyo reporte muestra que el 43% de los estudiantes responde de forma incorrecta a las demandas cognitivas que pretenden valorar la comprensión de argumentos ¿Pero cómo es posible comprender argumentos sin haber participado previamente de su elaboración, no precisamente del contenido, sino especialmente sobre la estructura lógica o discursiva que alberga esta forma de comunicación en la solución de un problema?

Los resultados antes descritos, son objeto de constante análisis por parte de la autoridad académica de la institución educativa y por los docentes del equipo de Ciencias Naturales. El análisis de los resultados de las pruebas externas contrasta con las observaciones no sistemáticas llevadas a cabo en el aula de clase, dado que los estudiantes con frecuencia, se les dificulta discriminar entre los datos, las conclusiones y justificaciones que utilizan en la elaboración de un argumento, especialmente cuando intentan resolver un

problema. Estas debilidades observadas en los estudiantes constituyen una oportunidad en términos investigativos, pues provoca la reflexión sobre la manera en que la enseñanza de las ciencias promueve estas habilidades de pensamiento que hacen posible “el desarrollo de procesos cognitivos de alto orden,” (Erduran y Jiménez, como se citó en Archila, 2013, p.52), en referencia a la resolución de problemas y la argumentación.

Se trata de cuestionar si desde el área de química se logra avanzar en los procesos de enculturación, es decir, en la apropiación de una cultura científica, desarrollada en el entorno escolar, que bien puede nombrarse como cultura científica escolar (Jiménez, Bugallo y Duschl, 1997); pues integra tanto prácticas escolares, como científicas, “creemos que la discusión de los criterios para evaluar las explicaciones científicas –naturalmente a distinto nivel según las etapas educativas– forma parte de los objetivos de la alfabetización científica” (Jiménez, 1998, p.203) y debe ser parte de la cultura científica de toda la población, para ejercer libremente por ejemplo su ciudadanía.

Por otra parte, los autores Rache, Penagos y Sanabria (2009) señalan que la enseñanza de la química (específicamente de las leyes de los gases) es bastante superficial, “ya que se basa principalmente en el desarrollo de ejercicios de lápiz y papel, que parten simplemente de las fórmulas derivadas de sus diferentes leyes, sin concebir que el estudio cualitativo de las propiedades de las mismas” (p.108), resulta ser, mucho más relevante para su comprensión.

Lograr una mayor comprensión de los dominios específicos de las ciencias naturales implica hacer uso de los distintos modos de comunicación y construcción del conocimiento científico. Uno de estos modos es sin duda la argumentación, que según (Jiménez, 1998) se pone en práctica en el aula de clase, cuando se propone la resolución de problemas auténticos o cuando se brinda a los estudiantes la oportunidad de discutir problemas relevantes relacionados por ejemplo con su cotidianidad.

La necesidad de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química de los estudiantes invita a considerar la resolución de problemas como una propuesta didáctica pero también como modelo de análisis. En relación al primer enfoque García (2014) señala:

se proponen al alumno situaciones problemáticas que lo conduzcan a la construcción del conocimiento y al desarrollo de sus habilidades de pensamiento básicas y superiores, en lugar de ejercicios de mecanización y aplicación de fórmulas; y se le exige pensar, participar, proponer y diseñar (García, 2000, p.114).

Desde esta perspectiva, se espera que el profesor pueda guiar las acciones del estudiante de forma progresiva hasta alcanzar un mayor nivel de desempeño orientado al desarrollo de las competencias comunicativas y científicas de acuerdo con su ciclo de formación (MEN, 2006). En tal sentido, surge la necesidad de indagar por los elementos conceptuales y metodológicos que se movilizan desde la resolución de problemas y su relación con la argumentación, sobre la manera de implementar esta estrategia para favorecer la formación de una cultura científica escolar relacionada con el estudio de los gases en esta comunidad académica.

Según Brown y otros, una de las razones de las dificultades experimentadas por los estudiantes para utilizar el conocimiento –por ejemplo, en la resolución de problemas nuevos, de situaciones distintas– es que se les pide que usen las herramientas de una disciplina sin que hayan adoptado su cultura Jiménez (1998, p.209).

Esto es, sin apropiarse de los modos o maneras de comunicación de la cultura epistémica de las ciencias naturales, una ciencia que se elabora a partir de la experiencia empírica y analítica, es decir en el que se emplean símbolos, palabras, ideas, modelos y discursos (textos), sin los cuales resulta imposible comunicar su progreso y participar de su conocimiento.

Actualmente existen teorías y modelos tanto en el campo de la resolución de problemas como de la argumentación que devienen del análisis interdisciplinario (filosófico, sociológico, psicológico, antropológico) de manera más reciente en el campo de la didáctica y de forma particular de la didáctica de las ciencias. Si bien este análisis ha permitido la formulación de modelos explicativos sobre los niveles de complejidad para cada una de estas categorías, poco se ha hecho para comprender las posibles relaciones entre los niveles de resolución de problemas y los niveles de argumentación. Aunque de hecho en la didáctica de las ciencias, el estudio desarticulado de estas dos categorías es muy

prolífico, su análisis conjunto puede dar lugar a una mayor comprensión sobre las implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje.

Antes es necesario realizar una exploración no exhaustiva, aunque si rigurosa, de los antecedentes asociados con resolución de problemas y argumentación, en el campo de investigación en didáctica de las ciencias con el propósito de identificar líneas de trabajo, modelos teóricos y metodológicos de análisis, así como otros elementos, que amplíen la comprensión en el horizonte del problema que aquí se plantea. De este modo la búsqueda se debe enfocar inicialmente, en estudios que describan las características de los desempeños alcanzados por los estudiantes de acuerdo con diferentes modelos teóricos de resolución de problemas y argumentación abordados de forma independiente y/o de manera conjunta.

Según Jessup (1998), el rastreo histórico de la resolución de problemas como campo de investigación y acción en la enseñanza de las ciencias naturales, muestra al menos tres enfoques: la enseñanza para y sobre la resolución de problemas en las ciencias naturales, así como la enseñanza de las ciencias naturales centradas en la resolución de problemas. Sin profundizar en sus diferencias y alcances esta exploración de antecedentes integra tanto trabajos que apuestan por una enseñanza de la ciencia a través de la resolución de problemas como estrategia didáctica o metodológica y como modelo analítico; es decir trabajos que emplean en su análisis niveles de resolución de problemas relacionados con la enseñanza de las ciencias.

Tamayo, Zona & Loiza (2014) desarrollan una investigación en la que intentan caracterizar diferentes dimensiones en el desarrollo del pensamiento crítico en el estudio de las ciencias. En este estudio se abordan elementos como la argumentación (lenguaje), la resolución de problemas, la metacognición (Autorregulación) y elementos semióticos (sistemas de representación) y formulación de preguntas. En cuanto a la resolución de problemas emplea un modelo de análisis que a diferencia de los trabajos de Pólya (1965), Schoenfeld (1985) y García (2003), enfatiza en la formulación explícita de niveles de resolución de problemas aplicados al estudio (enseñanza y aprendizaje) de la ciencia. Estos niveles poseen una estructura de complejidad creciente, con indicadores mutuamente excluyentes (respecto a los demás niveles), integrando elementos cognitivos y

cognoscitivos (dominios específicos de conocimiento y estrategias heurísticas). Este antecedente inspira un buen número de investigaciones que encuentran en los modelos (y niveles) de resolución de problemas (Ocampo, 2016, Gómez, 2018 entre otros) y de argumentación, un soporte metodológico y analítico para el estudio de estas categorías en el aula de clase.

Muestra de lo anterior es el trabajo de Gómez (2018) cuyo propósito es identificar las relaciones que se establecen entre la resolución de problemas y el aprendizaje del concepto de reacciones químicas. En él se identifican los modelos explicativos previos a la implementación de una unidad didáctica que busca promover cambios significativos, empleando como instrumento de análisis el enfoque teórico propuesto por Tamayo, Zona & Loaiza (2014). Dentro de sus conclusiones se destaca como a lo largo de la unidad se evidenciaron avances en los modelos explicativos empleados por los estudiantes sobre el concepto de reacciones químicas, “porque a través de las diferentes actividades realizadas se verificó como los estudiantes alcanzaron niveles explicativos macroscópicos al iniciar para pasar hacia niveles explicativos de mayor complejidad, pero dando detalles macroscópicos propios del concepto” Gómez (2018, p.89).

El trabajo de Ocampo (2016) cuyo propósito es caracterizar diferentes niveles de resolución de problemas empleados por los estudiantes y comprender los procesos de resolución de problemas en el dominio de la química en una institución escolar del contexto colombiano, a través del diseño y aplicación de actividades de intervención didáctica con enfoque ciencia, tecnología y sociedad, orientadas a desarrollar procesos de resolución de problemas en el campo disciplinar de la química de los gases ideales; empleando como instrumento de análisis para la definición de los niveles resolutivos la propuesta teórica de Tamayo, Zona & Loaiza (2014), en el que se describen cinco niveles de complejidad. En el análisis cuantitativo de esta investigación se describe la evolución de los procesos de resolución de problemas de los estudiantes a lo largo de la ejecución de las actividades de intervención. Dentro de sus resultados se muestra como el porcentaje de estudiantes valorados inicialmente en los niveles inferiores de resolución, tras la evolución de las actividades de intervención, presentan avances significativos en el nivel de resolución

especialmente al enfrentarse a problemas que involucran al menos dos variables y un estancamiento cuando se emplean tres. El modelo de análisis adoptado por este autor (como se presenta en el apartado teórico y metodológico) resulta de gran interés para la presente investigación y sirve de anclaje para explorar el trabajo donde originalmente surge el modelo de resolución de problemas.

En cuanto al enfoque de resolución de problemas como estrategia didáctica se enuncia el trabajo de Henao (2013), quien realiza un estudio para caracterizar las ideas que tienen los estudiantes acerca del concepto naturaleza de la materia a partir de la estrategia didáctica conocida como aprendizaje basado en problemas (ABP), advirtiendo que, si bien dicha estrategia es netamente colectiva, al final se realiza un ejercicio individual del impacto que tiene la misma estrategia. En sus conclusiones se destaca como las explicaciones de carácter macroscópico en torno al concepto al inicio del trabajo son altamente recurrentes, y al final del mismo marcan una tendencia hacia las explicaciones basadas en la discontinuidad de la materia; igualmente se ve como la explicación de fenómenos desde la composición atendiendo a descripciones microscópicas de los problemas presentados, llegan a ser representativos al final de la propuesta. Se convoca este trabajo como antecedente especialmente porque existen similitudes en el carácter epistémico de los dominios o tópicos de la química que se abordan en ambas investigaciones. De un lado la naturaleza macroscópica y microscópica de la materia y otro de las dinámicas de interacción de los gases en tanto materia, con sus cualidades intrínsecas y en relación con el ambiente.

En la investigación realizada por Villalobos, Ávila y Olivares (2016) donde después de la aplicación de la estrategia Aprendizaje Basado en problemas los estudiantes refirieron comprender mejor los contenidos temáticos abordados en el problema al encontrarles aplicaciones prácticas en su contexto, lo que los motivaba a investigar por cuenta propia, sugiriendo que los alumnos formados con esta metodología alcanzan niveles superiores en las habilidades de evaluación y autorregulación en comparación a los expuestos al método tradicional. En este estudio inicialmente se identificaron problemáticas relacionadas con la dificultad de los estudiantes para argumentar y describir de manera lógica y coherente sus

observaciones y opiniones debido al escaso dominio del lenguaje científico, además algunos equipos de trabajo presentaron dificultades por falta de interés de algunos de sus participantes. Como se puede inferir de este estudio, existe suficiente evidencia para justificar la formulación de estrategias de intervención en el aula de ciencias centrada en la resolución de problemas; reconociendo que su implementación puede adaptarse a las condiciones del contexto escolar, personal y del contenido específico que se pretende movilizar.

Con relación a los antecedentes referidos a argumentación en la enseñanza de las ciencias, es necesario ocuparse inicialmente de los trabajos que cimientan parte de su análisis en los desarrollos alcanzados en el campo de la comunicación (Toulmin, 1954; Van Dijk, 1992) con diferencias particulares según su propia interpretación, como lo señala Ruiz, Tamayo y Márquez (2015)

Diferentes autores (Baker, 2009; Bravo; Puig; Jiménez-Aleixandre, 2009; Cazden, 1991; Henao; Stipich, 2008; Larrain, 2007; Schwarz, 2009; Sutton, 2003), han señalado el papel protagonista del lenguaje, no sólo en la construcción de la ciencia, sino también en su comunicación a través de la enseñanza y, sin ninguna discusión, en el proceso de aprendizaje. En esta misma línea de pensamiento podemos decir que los sujetos, desde el uso que hacen del lenguaje, dan sentido a los hechos, confrontan y llegan a consensuar las explicaciones científicas (Izquierdo; Sanmartí, 2000) (como se citó en Ruiz et al, 2015, p. 630).

La aproximación al estado del arte desarrollada por Ruiz et al (2015) muestra un creciente interés por reconocer la argumentación como una actividad social que debe ser promovida explícitamente en el aula de ciencias “(Erduran; Simon; Osborne, 2004; Jiménez; Bugallo; Duschl, 2000; Kaya; Erduran; Cetin, 2012; Sampson; Grooms, 2009; Zohar; Nemet, 2012)” (como se citó en Ruiz et al, 2015, p. 631), como una manera de cualificar los usos del lenguaje y facilitar el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y emocionales; así como la comprensión conceptual y teórica esenciales en la formación de un ciudadano crítico (Sardá; Sanmartí, 2000).

En el contexto colombiano existe un buen número de trabajos que se ocupan de estudiar las implicaciones de promover explícitamente la argumentación en la clase de ciencias para la enseñanza de contenidos específicos de la química. En la tabla 1 se evidencia un interés por desarrollar investigaciones desde un enfoque cualitativo-descriptivo, aunque en la lectura concreta del diseño metodológico se puede constatar implícitamente abordajes pre-experimentales caracterizados por el uso de pre y post test, mediados por intervenciones en el aula a través unidades didácticas. En su mayoría se privilegia el modelo de análisis derivado de la obra de Toulmin (1958) y de los niveles de argumentación de Erduran, Simón & Osborne (2004).

Tabla 1 Tradición investigativa sobre argumentación según el enfoque de análisis.

Autor/Año	Modelo de analítico de argumentación	Otra categoría referida	Metodología	Contenido específico
Velásquez (2018)	Tamayo (2011)	Modelo mental	Descriptiva	Disoluciones químicas
Garro (2017)	Toulmin (1958)	Modelo expresivo Pinzón 2014	Cualitativo	Unidad de medida- Productos alimenticios
Osorio y Palma (2018)	No especifica	Experimentos discrepantes	Cualitativo-descriptivo	La materia
Ordoñez (2018)	Erduran, Simón & Osborne (2004)	Modelos Explicativos Aragón, Oliva & Navarrete (2012)	Cualitativo-descriptivo	Oxido-reducción.
Álvarez y Téllez (2018)	Toulmin (1958) Erduran, Simón & Osborne (2004)	Prácticas de laboratorio	Cualitativo-descriptivo	Conservación de la energía

Betancourt y Berrio (2018)	Erduran, Simón & Osborne (2004)	Laboratorio Virtual	Cualitativo Estudio de caso	Enlace químico
Herrera (2016)	Toulmin (1958).	Prácticas de laboratorio	Mixto/descriptivo	Química
Cáceres (2018)	Toulmin (1958) Erduran, Simón & Osborne (2004)	No aplica	Cualitativo descriptivo	Densidad de la materia
López (2018)	Toulmin (1958) Erduran, Simón & Osborne (2004)	Modelos explicativos	Cualitativo descriptivo	Disoluciones químicas
Olaya (2017)	Toulmin (1958)	Prácticas de laboratorio	cualitativa-descriptiva	Reacciones químicas

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la tradición investigativa descrita anteriormente se destaca el trabajo de Marín (2018) cuyo propósito es establecer la relación entre la argumentación y su desarrollo a través del diseño y aplicación de unidades didácticas en el campo específico de la química (modelos atómicos). En su estudio combina aspectos cualitativos con algunos descriptores cuantitativos. En términos cuantitativos compara los niveles argumentativos según el modelo teórico de Toulmin valorados antes y después de la implementación de una unidad didáctica, encontrando que la mayoría de los estudiantes, presentan argumentos que estructuralmente se clasifican en el nivel 3 (tanto en el pre como en el post test); “...además se evidencia una disminución en el uso de los argumentos de nivel 1 y 2 y un aumento en argumentos de los niveles 4 y 5 al comparar los resultados del Pretest y del Post test.” (Marín, 2018, p.69); de igual forma sugiere que los cambios (en la sofisticación de los argumentos) pueden ser atribuidos a la intervención didáctica, intencionalmente diseñada para desarrollar la habilidad argumentativa científica escolar. Dentro de sus conclusiones Marín (2018) destaca como “la enseñanza de la argumentación de forma explícita permite a los estudiantes mejorar sus niveles argumentativos, en la medida que

aprende a identificar los elementos que son importantes a la hora de construir un argumento” (Marín, 2018, p.94); indicando además que dicho aprendizaje puede ser contextualizado en diferentes aspectos de su vida escolar y extraescolar.

En el trabajo de Garro (2017), cuyo propósito es desarrollar la argumentación del concepto de unidad de medida a través de la elaboración de productos alimenticios, se analizan los argumentos de los estudiantes que intervinieron con declaraciones argumentativas en las situaciones presentadas, mediante el diseño de cuatro intervenciones, relacionando las magnitudes, cantidades, valor y unidades de medida. Se dividen en momento de ubicación, desubicación y reenfoque. En el análisis de las declaraciones argumentativas clasificadas se elabora una matriz argumentativa desde la perspectiva de Toulmin (1958) y expresión de conocimiento de pinzón (2014). Dentro de las conclusiones se destaca como “los estudiantes basan su estructura argumentativa desde las aserciones, que generalmente son respaldados con datos y evidencias, también se identifica que a partir del modelo de Toulmin la categoría que con menos frecuencia se demuestra son las refutaciones y cualificadores modales” Muñoz (2017, p. 15); además muestra como el uso de representaciones, afirmaciones e interacción entre los estudiantes permiten alcanzar declaraciones argumentativas mucho más valiosas. Finalmente expone que la presentación situaciones problemas de un tema específico, permite que los estudiantes razonen, justifiquen y expliquen, favoreciendo la argumentación.

En conclusión, en esta investigación se reconoce la pertinencia de integrar en un mismo estudio el análisis de los niveles de resolución de problemas y argumentación, pues esta doble perspectiva ha sido poco explorada constituyéndose en una oportunidad de trabajo.

Con base en lo anterior se formula el siguiente interrogante que orienta la presente investigación:

¿Cuál es la relación entre los niveles de resolución de problemas y de argumentación en el estudio de las leyes de los gases en estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa Nuestra Señora de Chiquinquirá?

2 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se justifica atendiendo a los criterios definidos por Díaz-Barriga y Hernández (2002) por las siguientes razones:

Se espera que los resultados que devienen de este trabajo permitan a la comunidad educativa ampliar la comprensión sobre los dispositivos didácticos y metodológicos que en ella se promueven, a saber, la resolución de problemas y la argumentación, como parte de la formación en ciencias que todos los estudiantes deben desarrollar, relacionada con los modos y maneras de comunicar el conocimiento científico (Conveniencia).

Las conclusiones definidas a partir de esta investigación eventualmente pueden favorecer los aprendizajes de los estudiantes relacionados con la resolución de problemas de su cotidianidad y la construcción de criterios de justificaciones compartidos y validados por los demás miembros de su comunidad, desarrollando en ellos la sensibilidad para diferenciar entre conocimiento científico y pseudocientífico, que puede afectar la toma de decisiones y por tanto el ejercicio de su ciudadanía (Relevancia social).

A partir de las recomendaciones formuladas en esta investigación la institución educativa incluyendo a su autora, es posible generar un espacio de reflexión y análisis que permita fortalecer el desarrollo de competencias científicas y ciudadanas de los estudiantes y proponer prácticas docentes que impacten de manera favorable los resultados de aprendizaje y el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues no es suficiente con pedirle a un estudiante que elabore los argumentos en la solución de un problema, si el docente no cuenta con las herramientas de análisis para su evaluación. (Implicaciones prácticas).

La investigación permite articular teóricamente dos campos de conocimiento didáctico en ciencias que de forma independiente cuentan con una robusta base conceptual, que puede constituirse en una potente mirada o enfoque de análisis en la formación en ciencias de los estudiantes en esta edad escolar; de un lado los niveles de resolución de problemas y de otro los niveles argumentación, cuyo análisis conjunto, puede representar una apuesta de complementariedad teórica (Valor teórico).

El análisis de casos instrumentales si bien, no representa un escenario de generalización de sus resultados, puede servir de ejemplo al favorecer la construcción de instrumentos que permiten valorar simultáneamente procesos complejos en el aprendizaje de la ciencia, cuya mirada esta cimentada en un abordaje de naturaleza descriptiva que enriquece la comprensión y búsqueda de alternativas para fortalecer la acción didáctica de los docentes que orientan el área de Ciencias Naturales en los contenidos particulares de este trabajo. (Utilidad metodológica).

La presente investigación es viable, aunque ha tenido que lidiar con los efectos de la pandemia del Covid19, pues se tiene acceso a un centro educativo para llevarla a cabo y es posible obtener la autorización de las autoridades, profesores y estudiantes para realizar el estudio (Viabilidad).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL:

Describir las relaciones entre los niveles de resolución de problemas y de argumentación, en el estudio de las leyes de los gases, con estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Nuestra Señora de Chiquinquirá

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Caracterizar los niveles de resolución de problemas de los estudiantes en el estudio de las leyes de los gases.
- ✓ Caracterizar los niveles argumentativos obtenidos por los estudiantes en el estudio de las leyes de los gases.
- ✓ Identificar posibles relaciones entre los niveles de resolución de problemas y argumentación alcanzados por los estudiantes.

4 REFERENTE CONCEPTUAL

A continuación, se presenta una aproximación de los elementos teóricos y conceptuales de mayor relevancia para esta investigación.

4.1 PERSPECTIVA DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Existen múltiples aproximaciones para intentar dar respuesta al interrogante ¿qué es un problema y cuáles son sus estrategias de resolución? Polya (1965), Schoenfeld (1985), Guzmán¹(1992). En esta investigación se asume la reflexión de García (2003) quien considera que “un problema puede ser definido desde el grado de dificultad que presente al individuo o desde el camino utilizado para su solución” (p.44). Esta doble perspectiva expresa como características de un problema, por un lado, la novedad en una situación a la que se enfrenta un individuo (Contreras, 1987) y al mismo tiempo “la dificultad causada por el desconocimiento de su solución” (Krulik y Rudnik, como se citó en García, 2003, p.44), de acuerdo con el umbral de problematicidad que posee cada persona implicada en la situación (Garret, 1998). En todo caso según García (2003) un problema:

Puede considerarse como una situación en la cual se requiere del individuo, un tratamiento distinto de una mera aplicación rutinaria de fórmulas, es decir de su razonamiento autónomo para deliberar acerca del problema y para identificar y probar hipótesis que lo conduzcan a su resolución (García, 2003, p.45).

Lo anterior implica que la búsqueda de una respuesta no puede limitarse a la reproducción o aplicación de un algoritmo único (Sigueza y Saenz,1990), sino por el contrario al despliegue de la creatividad para articular en un mismo momento procesos de análisis de hechos, relaciones, definición de estrategias, manejo de datos entre otras formas de razonamiento esenciales en la elaboración de la solución.

Superado el interrogante preliminar sobre, qué es un problema, ahora es necesario precisar que se entiende por resolución de problemas especialmente en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Si bien se puede hablar de resolver un problema en todos los campos de conocimiento, es necesario pensar la resolución de problemas en el ámbito de la formación académica. Siguiendo el análisis de García (2003) sobre los desarrollos conceptuales de una serie de autores que reflexionan en torno a la categoría resolución de problemas (Nickerson, Perkins y Smith, 1990; Gerret, 1998; Siguenza y Sáenz, 1990; Relf, 1983), es posible definir el proceso de resolución de problemas desde al menos tres perspectivas: según el objetivo que se asigne a la resolución, según los procesos cognitivos involucrados y finalmente atendiendo a las particularidades mismas del proceso de resolución de problemas (García, 2003). Esta investigación particularmente se encuentra alineada con el enfoque cognitivo que da lugar a considerar procesos como “comparar, clasificar, resumir, representar, relacionar variables y elaborar conclusiones que requieren del uso de las más altas capacidades (...) de análisis, síntesis, evaluación y creatividad (García, 2003, p.47).

Es posible reconocer similitudes o congruencias en un análisis didáctico de las actuaciones de los profesores y los estudiantes (inclusive en la demanda de los textos escolares) al enfrentarse a la resolución de problemas en la clase de ciencias (García, 2003). Por ejemplo, si se considera desde el punto de vista de los estudiantes en su mayoría no utilizan representaciones válidas del problema ni de las posibles vías para su solución, resuelven problemas en la clase de ciencias de una manera mecánica, sin tener en cuenta porqué utilizan uno u otro proceso, además fijan en sus mentes patrones para resolver un grupo de tipos de problemas (patrones que han sido enseñados por el profesor y los libros de texto) en consecuencia tratan de utilizar el grupo limitado de reglas aprendidas, para todos los problemas encontrados en un área específica, constituyéndose en un obstáculo para aproximarse a problemas nuevos; pero espacialmente llama la atención que no utilizan los conceptos para resolver los problemas conceptualmente y resuelven los problemas como puras o simples ecuaciones algebraicas sin sentido (García, 2003).

La imposibilidad de acercarse a problemas nuevos, es una clara evidencia de cómo en la clase de ciencias no se abordan situaciones que demandan un tratamiento distinto de una mera aplicación rutinaria de fórmulas, que coloca en tensión la esencia misma de la resolución de problemas; es decir es posible considerar la adjetivación de la categoría

resolución de problemas asociándola con la expresión creativa (García, 2003); en tal sentido la resolución creativa de problemas involucra la formulación y “diseño de situaciones problemáticas creativas” (García, 2003, p 175) como parte de las estrategias didácticas empleadas por el docente en la clase de ciencias, que debe atender Según Gracia (2003) a los siguientes criterios:

Primero: deben ser inicialmente problemas de tipo cualitativo y conceptual, que exijan explicaciones y elaboración de modelos, por parte de los estudiantes y que sirvan de hilos conductores para la construcción de los conceptos. Segundo deben pertenecer a diferentes contextos y mostrar una multiplicidad de situaciones relacionadas con la vida diaria, para formar intereses cognoscitivos en los estudiantes. Tercero: deben pasar progresivamente del tipo de problema cualitativo al tipo de problema cuantitativo atendiendo al “principio de modelización progresiva que elimina la dicotomía entre problemas cualitativos y cuantitativo” (García, 2003, p. 175).

La elaboración de explicaciones y modelos, justifica la necesidad de incorporar en esta investigación el análisis de las estrategias y modelos de argumentación que utilizan los estudiantes en la resolución creativa de problemas en la clase de ciencias; dado que “uno de los fines de la investigación científica es la generación y justificación de enunciados y acciones encaminados a la comprensión de la naturaleza (Jiménez, Dugallo y Duschl, como se citó en Tamayo, Zona y Loaiza , 2014, p.27) y por tanto su estudio debe adoptar las formas propias de la comunidad científica y académica.

En cuanto a los modelos de análisis de la resolución de problemas en el siguiente cuadro se muestra una síntesis de tres enfoques teóricos y metodológicos de mayor relevancia en el campo de investigación didáctica Polya (1945), Schonfeld (1985), García (2003) y Tamayo, Zona y Loaiza (2014).

Tabla 2 Tipologías utilizadas en la resolución de problemas.

POLYA 1945	SCHOENFELD 1985	GARCIA 2003	Tamayo et al (2014)
Pasos	Factores	Habilidades	Niveles
<p>1° Entender el Problema.</p> <p>2° Configurar un Plan.</p> <p>3° Ejecutar el Plan.</p> <p>4° Mirar hacia atrás.</p>	<p>El dominio del conocimiento.</p> <p>Estrategias Cognoscitivas.</p> <p>Estrategias Meta-cognitivas.</p> <p>Sistema de Creencias.</p>	<p>1° Observación.</p> <p>2° Análisis.</p> <p>3° Síntesis.</p> <p>4° Cuestionamiento</p> <p>5° Generalización</p>	<p>N1 Redescrición de la experiencia (Descriptivo-Senso-perceptual.</p> <p>N2 (Redescrición libre de la experiencia (Uso sus opiniones y/o utiliza analogías).</p> <p>N3 Identificación de variables (Sin explicitar la relación causal).</p> <p>N4 Identificación de variables (Relaciones causales inapropiadas)</p> <p>N5 Identificación de variables y sus relaciones causales (Implementación de heurísticos).</p>

Fuente: Adaptada de Henao (2016)

Para alcanzar una verdadera comprensión de los modelos explicativos de resolución de problemas, en este apartado se propone profundizar de manera sucinta en cada uno de los modelos enunciados en la Tabla anterior, siguiendo un orden cronológico ascendente, que permite justificar la adopción del modelo propuesto por Tamayo, Zona & Loaiza (2014) como marco explicativo de la resolución de problemas en esta investigación.

4.1.1 Modelo De Resolución De Problemas Según Polya (1945)

La obra de Polya, recoge diferentes aspectos de su vida académica como profesor de matemáticas, en términos especialmente didácticos; aunque si se revisa de forma detallada, su obra también involucra elementos pedagógicos de la formación en ciencias y no sólo del estudio de las matemáticas, por ejemplo, al enunciar:

Un gran descubrimiento resuelve un gran problema, pero en la solución de todo problema, hay un cierto descubrimiento. El problema que se plantea puede ser modesto; pero, si pone a prueba la curiosidad que induce a poner en juego las facultades inventivas, si se resuelve por propios medios, se puede experimentar el encanto del descubrimiento y el goce del triunfo (Polya, 1965, p.5).

Poner en juego las habilidades inventivas especialmente en ciencias puede significar, de un lado movilizar un interés auténtico y de otro, disponer de un inventario de herramientas y estrategias para proponer y construir una solución razonable frente a un problema.

Este autor más que ofrecer un modelo explicativo en la resolución de problemas, propone un método de trabajo, en el que intenta explicitar las fases que experimenta o puede experimentar una persona de forma natural o espontánea al enfrentarse a la resolución de un problema, bien sea con el acompañamiento o no de un profesor; pero con especial énfasis en la acción didáctica dentro del aula, de hecho dedica un capítulo de su principal obra para exponer ejemplos concretos (aunque hipotéticos), de cómo debe ser la

interacción entre el profesor y sus estudiantes en el salón de clase, a partir de una lista¹ de interrogantes que pueden surgir de manera espontánea durante la actividad resolutoria, o bien ser impulsados por el profesor para apoyar a los estudiantes en la obtención del éxito; “interesa, sin embargo, que las sugerencias de las que se parten sean simples, naturales y generales, y que la lista sea breve. Las sugerencias deben ser simples y naturales, ya que de otro modo serían inoportunas” (Polya, 1965, p.39).

El éxito entendido no únicamente frente al contenido específico que presenta el problema sino frente a las aptitudes que va adquiriendo el estudiante para desarrollar o enfrentar problemas venideros, se tiene de esta manera, una oportunidad para que sean asimiladas por el alumno y para que contribuyan al desarrollo de un hábito mental (Polya, 1965); dicho hábito consiste en la integración y despliegue de operaciones intelectuales particularmente útiles para la solución de problemas.

A continuación, se presentan las cuatro fases propuestas por Polya (1965) y una aproximación del alcance de los interrogantes que la conforman.

Comprender el problema

La comprensión del problema se presenta como la fase inicial, aunque existen diferentes momentos que van enriqueciendo la comprensión global del problema durante la búsqueda de su solución; la concepción del problema es probablemente incompleta al empezar a trabajar, la visión del mismo es diferente cuando se haya avanzado un poco y con certeza puede cambiar cuando se esté a punto de lograr la solución” (Polya, 1965) En realidad los interrogantes propuestos en esta fase, hacen alusión a la comprensión parcial que se obtiene por ejemplo en la lectura de un enunciado verbal con el que se intenta describir o formular un problema.

¹ Polya advierte como “ciertas preguntas y sugerencias de la lista son aplicables exclusivamente a los problemas de determinación y no a los problemas de demostración” Polya (1965, p. 26).

Según Polya (1965) el propósito de las preguntas y sugerencias en esta fase inicial es concentrar la atención del alumno sobre la incógnita, tratando de ayudarlo en forma efectiva y natural, sin imponérsele como maestro, cambiando el vocabulario o haciendo la misma pregunta de diferentes formas, pero siempre desembocando en el mismo sentido, que el estudiante de cuenta sobre ¿cuál es la incógnita en el problema?, ¿cuáles son los datos? , ¿cuál es la condición?, ¿es la condición suficiente para determinar la incógnita?, ¿es insuficiente? ¿redundante? o ¿contradictoria? El autor advierte antes, que las preguntas y sugerencias de la lista son generales, pero, pese a su generalización, estas pueden surgir de manera espontánea durante la resolución de un problema, pues se encuentran dotadas de naturalidad, sencillas, obviedad y proceden del sentido común, si se está decidido a resolver el problema.

Estar decidido a resolver el problema significa, que se debe considerar como un aspecto relevante, el grado o nivel de involucramiento de la persona que intenta resolver el problema; el interés del estudiante como elemento de reflexión, pocas veces se atribuye a la obra de Polya, sin embargo, se enuncia para destacar cómo en su obra se sugiere implícitamente, una transformación metodológica de la formación en ciencias, que se explicita en el siguiente párrafo:

Por ello, un profesor de [...] tiene una gran oportunidad. Si dedica su tiempo a ejercitar a los alumnos en operaciones rutinarias, matará en ellos el interés, impedirá su desarrollo intelectual y acabará desaprovechando su oportunidad. Pero si, por el contrario, pone a prueba la curiosidad de sus alumnos planteándoles problemas adecuados a sus conocimientos, y les ayuda a resolverlos por medio de preguntas estimulantes, podrá despertarles el gusto por el pensamiento independiente y proporcionarles ciertos recursos para ello (Polya, 1965, p.5).

2 Se elimina del texto original la palabra “matemáticas” para extrapolar este razonamiento a la enseñanza de la ciencia.

Al señalar el carácter estimulante de los interrogantes y sugerencias, y comprender el fundamento sobre el cual son formulados, se da paso a enunciar aquellos que guardan mayor coherencia y relación con esta investigación.

Concebir un plan

Según Polya (1965) se posee un plan cuando se sabe a grosso modo, qué cálculos, qué razonamientos o construcciones se habrán de efectuar para determinar la incógnita”. A grosso modo quiere decir, sin el nivel de detalle o precisión que demanda la ejecución misma del plan, es un proceso de visualización de una posible ruta o estrategia que es factible seguir para resolver el problema; de allí que “lo mejor que puede hacer el maestro por su alumno es conducirlo a esa idea brillante ayudándole, pero sin imponérselo” (Polya, 1965, p.30). Conducir significa brindar apoyo o retroalimentación a través de interrogantes y sugerencias, por ejemplo, indicando a los estudiantes sí antes: ¿han encontrado con un problema semejante? ¿han visto el mismo problema planteado en forma ligeramente diferente?, ¿Conoce un problema relacionado con éste? ¿Conoce algún teorema que le pueda ser útil?; o si es posible enunciar el problema en forma diferente e inclusive, si puede imaginarse un problema análogo un tanto más accesible que puede ser resolver y que quizás haga parte del problema general.

Sin embargo, Polya (1965) advierte que “es difícil tener una buena idea si nuestros conocimientos son pobres en la materia, y totalmente imposible si la desconocemos por completo. Las buenas ideas se basan en la experiencia pasada y en los conocimientos adquiridos previamente” (p.30). Es decir, el autor reconoce, además del apoyo que puede brindarle el profesor, la importancia de los saberes previos del estudiante en la construcción o definición de un plan de resolución. “Si llegamos a recordar algún problema ya resuelto que esté estrechamente relacionado con nuestro problema actual, podemos considerarnos con suerte. Debemos tratar de merecer tal suerte y podemos merecerla sabiéndola explotar (Polya, 1965, p.30); esto es provocando el encadenamiento correcto de las ideas.

Ejecución del plan

Para Polya (1965) la ejecución de un plan demanda del concurso de toda una serie de circunstancias: conocimientos ya adquiridos, buenos hábitos de pensamiento, concentración, y hasta de un poco de buena suerte. Así mismo sugiere que, si bien el plan proporciona una línea general, se debe asegurar que los detalles encajen bien en esa línea, “hace falta, pues, examinar los detalles uno tras otro, pacientemente, hasta que todo esté perfectamente claro, sin que quede ningún rincón oscuro donde podría disimularse un error” (Polya, 1965, p.33). Lo anterior no quiere decir que durante la ejecución del plan no puedan cometerse errores, al contrario de lo que se trata es de ensayar pacientemente, hasta verificar mediante la intuición o un procedimiento formal, la consistencia de los procedimientos o pasos que dan lugar a la solución del problema. Algunas sugerencias e interrogantes propuestos en esta fase son: probar cada uno de los pasos empleados en la solución del problema, verificar que el paso se desarrolle de manera correcta y si es pertinente demostrar la solución.

Visión retrospectiva

La visión retrospectiva según Polya (1965), se trata de la habilidad desplegada por un estudiante posterior a la obtención de una solución del problema, contrario a la práctica típica de cerrar el cuaderno y dedicarse a otra cosa. Es decir, después de solucionar un problema, el estudiante tiene la posibilidad no únicamente de revisar la consistencia de los procesos y resultados, sino especialmente, de ampliar su comprensión del problema y la solución misma al plantearse nuevos interrogantes que lo llevan a considerar si es posible, por ejemplo: “¿obtener el resultado de un modo distinto? (...) ¿Puede verlo de golpe?, ¿Puede usted emplear el resultado o el método en algún otro problema?” (Polya, 1965, p. 35). De esta manera se va consolidando no solo la comprensión del problema en particular, sino también ampliando las posibilidades de formular y solucionar nuevos problemas. “Un buen profesor debe comprender y hacer comprender a sus alumnos que ningún problema puede considerarse completamente terminado. Siempre queda algo por hacer...” (Polya,

1965, p. 35). La visión retrospectiva, así considerada, puede contribuir al desarrollo de las aptitudes de los estudiantes para la resolución de problemas, más allá del dominio de una técnica en particular.

Finalmente, Polya (1965) presenta un amplio capítulo titulado “Breve diccionario de Heurísticas”, no sin antes reenfocar este concepto hacia una concepción moderna:

Heurística o heurética, o ars inveniendi, tal era el nombre de una ciencia bastante mal definida y que se relacionaba tanto a la lógica, como a la filosofía o a la psicología. Se exponían con frecuencia las líneas generales, pero rara vez sus detalles. En nuestros días está prácticamente olvidada. Tenía por objeto el estudio de las reglas y de los métodos del descubrimiento y de la invención. (Polya, 1965; p.110).

En tal sentido, según el autor, lograr una mejor comprensión de las operaciones mentales típicamente útiles en la solución de un problema, se puede influir favorablemente en los métodos de la enseñanza, en particular en lo que se refiere a las matemáticas; este es pues, el objetivo práctico del estudio de las heurísticas. “En este estudio buscaremos, sin descuidar ningún tipo de problema, los puntos comunes de las diversas formas de tratar cada uno de ellos y después trataremos de determinar las características generales independientes del tema del problema” (Polya 1965, p.112). La anterior afirmación se subraya, pues constituye un indicio (o mejor una prueba) del grado de sistematicidad con que Polya elabora su trabajo, dejando sin fundamento, los señalamientos sobre falta de rigor en su investigación, que en términos epistémicos y metodológicos se aproxima a un trabajo de naturaleza etnográfica.

4.1.2 Schoenfeld Y La Resolución De Problemas

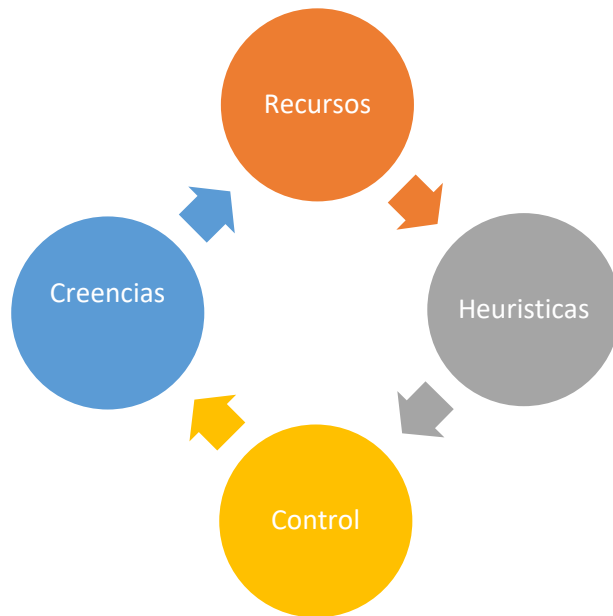
Lo primero que se destaca de la obra del matemático Schoenfeld, es el asombro que le produce su encuentro con el primer libro del Polya (1945) en el que reflexiona sobre la solución de problemas, con base en su propia experiencia como estudiante y profesor de matemáticas; su lectura “le hizo preguntarse por qué nadie le había enseñado ese texto cuando estudiaba. En su opinión, le habría servido de mucho” (Barrantes, 2006, p.1).

Con un mayor despliegue metodológico Schoenfeld (1985), emprende un proceso investigativo, que permite formular una teoría sobre la resolución de problemas como estrategia didáctica, en la que hay que “tener en cuenta situaciones más allá de las puras heurísticas; de lo contrario no funciona, no tanto porque las heurísticas no sirvan, sino porque hay que tomar en cuenta otros factores” (Schoenfeld, como se citó en Barrantes, 2006, p.2). En esencia, un enfoque que involucra elementos de mayor complejidad, subyacentes a la interacción de estudiantes y docentes en el aula y fuera de ella.

Las dos preguntas centrales formuladas por Schoenfeld (1985) son: “¿Qué significa pensar matemáticamente? y, ¿Cómo podemos ayudar a los estudiantes a hacerlo? (p. XI)³, intentando ofrecer un marco para analizar el comportamiento complejo en la resolución de problemas. “Las contribuciones a nuestra comprensión de esos temas provienen de disciplinas tan diversas como la educación matemática, la inteligencia artificial (IA), la antropología cognitiva y la psicología del desarrollo” Schoenfeld (1985, p. 5). La integración de estos enfoques le permite construir un modelo a partir de cinco categorías que explican la complejidad del proceso de resolución de problemas, como se muestra en la figura 1.

³ Esta numeración corresponde con la señalada en la versión original del libro publicado en 1985 (en inglés), presentada en el prefacio.

Figura 1 Factores o dimensiones presentes en la resolución de problemas según Schoenfeld (1985).



Fuente: Elaboración propia

Recursos

En esta categoría Schoenfeld, presenta una discusión sobre las cualidades de los recursos de conocimiento que posee un estudiante, en un intento por responder al interrogante “¿qué "sabe" el individuo y cómo se accede a ese conocimiento para su uso?” (Schoenfeld, 1985, p. 5). Es decir, indaga por el tipo de conocimiento previo que puede contribuir con el desempeño de un individuo. “se refiere, entre otros, a conceptos, fórmulas, algoritmos, y, en general, todas las nociones que se considere necesario saber para enfrentarse a un determinado problema” (Barrantes, 2006, p.2).

Heurísticas

A partir de las ideas de Polya (1945), Schoenfeld (1985) aborda dentro de su análisis la naturaleza de los procesos heurísticos tratando de “explicar por qué los intentos de implementar tales estrategias (ya sea para humanos o máquinas, pero con un enfoque principal en los primeros) no han tenido éxito” (p.72). Así mismo este autor considera que

a pesar de la amplia atención que ha recibido la heurística en la literatura sobre educación matemática, las estrategias heurísticas no se han sido plenamente caracterizadas; señalando que “una cosa es etiquetar y describir una estrategia en particular (...) y otra es proporcionar instrucciones lo suficientemente detalladas para que los estudiantes puedan usar esa estrategia cuando se encuentran con problemas para los que es necesario (Schoenfeld, 1985, p. 72)

La descripción sistemática de la manera o modos en que se proporcionan dichas instrucciones a los estudiantes (suficientemente detalladas), es parte del trabajo investigativo del autor, con el que intenta superar al menos tres cuestiones, que ponen en entre dicho la consistencia de una instrucción o enseñanza, fundamentada en las heurísticas⁴; llegando a concluir que “aprender a usar estrategias heurísticas, en sí mismas, no es suficiente para asegurar un desempeño competente en la resolución de problemas” (Schoenfeld, 1985, p. 73).

Intentando ilustrar el alcance de las cuestiones a las que se hace alusión en el párrafo anterior, se hace referencia, a cómo “las descripciones típicas de estrategias heurísticas, por ejemplo, “examinar casos especiales”, son en realidad etiquetas para categorías de estrategias estrechamente relacionadas” (Schoenfeld, 1985, p. 74); es decir, en una misma etiqueta cohabitan una amplia gama de estrategias que definidas con mayor precisión deben ser abordadas completamente, “antes de que los estudiantes puedan utilizarlas de manera confiable” (Schoenfeld, 1985, p. 74). Además el autor, advierte que si bien “las estrategias heurísticas pueden servir como guías para dominios relativamente desconocidos, no reemplazan el conocimiento de la materia ni compensan fácilmente su ausencia” (p.74) pues con mucha frecuencia el éxito de una estrategia heurística radica en gran medida, de una base sólida de recursos específicos del dominio (conocimientos, habilidades, rutinas entre otros); de allí que esta investigación no haga eco en la instrucción

4 Tras el análisis de los antecedentes investigativos de su momento Schoenfeld (1985), encuentra que “en la mayoría de los estudios, la caracterización de las estrategias heurísticas no fue suficientemente prescriptiva. No se proporcionaron detalles suficientes para que las caracterizaciones sirvieran como guías para el proceso de resolución de problemas (p. 73).

de heurísticas como un objetivo puntual, aunque en el diseño e implementación de las intervenciones en el aula pueda adaptar estos elementos de manera implícita.

Control

Al explorar la categoría de control Schoenfeld (1985) relaciona el rendimiento de un estudiante, no sólo con lo que este sabe, sino también con la idea de “cómo se usa ese conocimiento y con qué eficiencia”. La toma de decisiones competente puede ayudar a asegurar el éxito, aunque uno tenga pocos recursos para empezar” (p. 5); en caso contrario puede” garantizar el fracaso a pesar del acceso potencial a una gran colección de recursos” (Schoenfeld 1985, p.5).

Creencias

Para Schoenfeld (1985) los sistemas de creencias, entendidos como el conjunto de conocimientos⁵ que establecen el contexto psicológico dentro del cual los individuos hacen matemáticas “determinan su orientación hacia los problemas, las herramientas y técnicas que consideran relevantes, e incluso su acceso inconsciente (o falta de acceso) a elementos potencialmente relacionados y útiles” (p.5). De esta manera un estudiante al definir, por ejemplo, el tiempo que está dispuesto a emplear en la resolución de un problema, la adopción de una vía inductiva o deductiva, y considerar que todos los problemas tienen solución o una única solución; crean condicionantes que limitan tanto su comprensión del problema, como la búsqueda de soluciones o la selección de estrategias.

4.1.3 Resolución Creativa De Problemas García (2003)

Nuevamente se recurre a la adjetivación de la resolución de problemas (como una de las categorías centrales de este trabajo); el propósito está relacionado especialmente con el diseño de las situaciones problemáticas, que, continuando con la reflexión de García

⁵ Estas ideas se extrapolan al estudio no sólo de las matemáticas, sino de las ciencias naturales y quizás de ciencia en general.

(2003) debe permitir objetivar el principio de modelización progresiva, en el que se transita desde situaciones de carácter cualitativo hacia un abordaje de naturaleza cuantitativa, para superar la dicotomía entre estas formas de conocimiento. Con base en lo anterior se presenta una síntesis de la estructura de los heurísticos según García (2003) que permiten diferenciar y (para esta investigación) complementar las heurísticas asociadas con la resolución de problemas atendiendo a su naturaleza cualitativa y cuantitativa. Aunque se aclara que el foco de atención en la investigación de García (2003) es la medición de indicadores de desarrollo de la creatividad, asimilación conceptual y actitud hacia la ciencia, se advierte que su trabajo es una de las apuestas (en el contexto colombiano) de mayor sistematicidad y alcance en el campo de resolución de problemas, en relación con la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Un heurístico está conformado por un grupo de procesos problemáticos; los procesos problémicos son procesos de carácter secuencial en los que se llevan a cabo mecanismos cognoscitivos específicos, a través de los cuales se construye progresivamente el conocimiento, y que se dan en el acometimiento de una situación problema (García, 2003, p. 101).

En el caso de los heurísticos relacionados con “la resolución de problemas cualitativos y abiertos” (García, 2003, p. 102), se pueden señalar:

La formación del interés cognoscitivo, el reconocimiento de patrones de resolución, reconocimiento del problema, planteamiento cualitativo y representación del problema, formulación del problema, formulación de hipótesis, diseño de estrategias de resolución, solución de la situación, monitoreo de la resolución de problemas, y elaboración de problemas propios.

Sin desconocer su relevancia, esta investigación pretende enfatizar en aquellos heurísticos que demandan una mayor participación de los estudiantes, si se piensa como parte de una estrategia didáctica fundamentada en la resolución de problemas, a saber: formación de interés cognoscitivo, reconocimiento del problema, planteamiento cualitativo y representación, reformulación del problema, formulación de hipótesis, solución de la situación, y monitoreo (García, 2003).

La formación de interés cognoscitivo, parte de la premisa: “los individuos sólo resuelven con agrado los problemas que necesitan resolver, quieren resolver o están interesados en resolver, o sea problemas para los cuales hay una disposición emocional que captura su atención” (García, 2003, p.102). En este caso las herramientas heurísticas pueden atender a sugerencias como la presentación de problemas relacionados con el medio ambiente del alumno y con su vida diaria o con ocurrencia de fenómenos.

El reconocimiento del problema “implica la toma de conciencia acerca de lo que es desconocido” (García, 2003, p.105), si el estudiante no realiza este proceso, no puede avanzar hacia otros estadios de la resolución, como la generación de hipótesis, formulación de un plan, su ejecución y verificación de los resultados. Las herramientas heurísticas sugeridas por García (2003) coinciden con las señaladas por Polya (1965): preguntar a los alumnos por aquello que se conoce y que no se conoce, elaborar una lista de interrogantes y clasificarlos de acuerdo con su nivel de importancia, preguntar sobre nuevos puntos de vista sobre el problema, elaborar anticipaciones frente a cambios en las condiciones iniciales, entre otras.

A partir de la comprensión inicial del problema descrito anteriormente, los estudiantes están en capacidad de plantear y representar cualitativamente el problema, que implica “el análisis de datos proporcionados en el enunciado (García, 2003, p.106). Se debe tener en cuenta que el proceso de representación cualitativa de problemas contextualizados en la vida real, “no suelen estar suficientemente bien estructurados como para hacer parte de un análisis sencillo, como en el libro de texto” (García, 2003, p.106). Según Relf (1983) “primero se describe la información necesaria para su resolución, segundo se expresa esta misma información de manera simbólica, y tercero se realiza la redescipción del problema en términos de teoremas y conceptos especiales perteneciente al conocimiento base” (p.32); aunque, es posible que en la rutina de trabajo el estudiante explicita solo una parte del proceso. En este sentido Pomes (1991) afirma que “la redescipción del problema en términos de conocimiento base, implica la reestructuración cognitiva en el individuo, y la armonización entre los saberes previos y los nuevos contenidos, generando equilibrio dinámico del que devendrán los nuevos aprendizajes

significativos” (p.10). Esta idea es clave en la comprensión de los niveles de resolución de problemas abordados por Tamayo, Zona y Loaiza (2014) y de especial utilidad en la fase de análisis.

Algunas estrategias heurísticas asociadas con la representación cualitativa del problema sugeridas por García (2003) involucra acciones como: comenzar por un estudio cualitativo de la situación, intentando acotar y definir de manera precisa el problema explicitando las condiciones reinantes, visualizar o representar el problema a través de dibujos, gráficas, diagramas, bocetos, plano, mapas, o maquetas; como también mediante registros semióticos formales (símbolos, tablas, fórmulas, ecuaciones). Transitar del trabajo individual al trabajo grupal, reformular el problema de un modo completamente nuevo.

Para García (2003) “las hipótesis son suposiciones que constituyen la base de la solución heurística del problema” (p.110); es decir un acto de objetivación de las relaciones causales identificadas en la formulación, y en buena medida, demarcan el camino que se emprende como resolución. Algunas estrategias heurísticas señaladas por García (2003) son: establecimiento de analogías entre las relaciones implicadas en el problema con otras situaciones (nuevos contextos), comparación de condiciones iniciales y finales demandadas en el problema, definir relaciones de dependencia, elaborar cadenas de asociaciones, juicios y deducciones, formulación de una variedad de formas de selección de las mejores ideas para su aplicación.

Dar solución a la situación según García (2003) es “dar respuesta coherente a la cuestión suscitada por el problema” (p.115), por coherente se entiende, por ejemplo, cuando se logra relacionar los resultados numéricos con el interrogante conceptual (García y Saenz, como se citó en García, 2003, p. 115), que implica elaborar adaptaciones continuas del plan de resolución (explícito o implícito, aunque siempre presente en la resolución) y sustentar la solución propuesta. Las estrategias heurísticas señaladas por García (2003) buscan: evitar el operativismo sin sentido a partir de la explicación clara de los procedimientos, registro o anotación y comunicación adecuada de los procedimientos, señalando cada uno de los pasos seguidos, así como las dificultades y errores encontrados en cada momento.

García (2003), complementa su análisis sobre la resolución de problemas abordando los heurísticos para la resolución de problemas de tipo numérico, en el que presenta una serie de procedimientos detallados que en esencia guardan estrecha relación con las estrategias heurísticas de naturaleza cualitativa (en un estudio de fondo). Por ejemplo, en la descripción de los procedimientos de la fase de representación y replanteamiento, sugiere acciones como: “Leer el problema minuciosamente, Construir esquemas y gráficas para crear una imagen clara de la situación (...), definir el objetivo del problema, obtener el conjunto de datos e incógnitas, buscar algunas relaciones” (García, 2003, pp. 120-121); que bien pueden hacer parte del heurístico de reconocimiento del problema, previamente descrito.

Finalmente se destaca como García (2003) en su análisis de estrategias transversales de aplicación didáctica, siguiendo las reflexiones de Asieba y Egbugara (1993), incluye la “utilización de un sistema de autodirección: la elaboración de cartas de resolución de problemas” (García (2003, p.129). Según este autor, las cartas de resolución de problemas “son guías de trabajo que ayudarán a orientar al estudiante para que éste pueda formular cada uno de los pasos requeridos en la resolución (...) le proporciona (...) una serie de recomendaciones basadas en estrategias heurísticas” (García, 2003, p.129). Esta estrategia transversal representa una oportunidad en términos metodológicos para la presente investigación, pues viabiliza la utilización de estrategias heurísticas en la fase de intervención, aunque su análisis no constituya un objetivo puntual, sino en relación con los niveles de resolución. De esta manera es posible proponer una carta de resolución de problemas adaptada a las condiciones y particularidades de este trabajo.

4.1.4 Resolución De Problemas Y La Didáctica De Las Ciencias Tamayo Et Al (2014)

Desde una perspectiva de comprensión teórica sobre la didáctica de las ciencias orientada hacia la formación de pensamiento crítico en dominios específicos del conocimiento (Tamayo, Zona y Loaiza, 2014), es posible tejer un puente entre el estudio de la ciencia y la resolución de problemas.

La resolución de problemas se considera como el espacio donde se lleva a cabo el pensamiento crítico (Bailin, 2002), escenario que potencia el desarrollo cognitivo de los sujetos, a través del impulso y la incorporación de habilidades mentales de diferente índole: cognitivas, cognoscitivas y metacognitivas (García, como se citó en Tamayo, Zona y Loaiza, 2014, p.33).

Como se deduce del párrafo anterior, Tamayo, Zona y Loaiza (2014), integran en la comprensión de la resolución de problemas diferentes elementos (y autores), en el marco de esta perspectiva didáctica, haciendo posible la formulación de una serie de niveles de resolución de problemas, que a continuación se describen de manera sucinta.

4.1.4.1 Niveles de resolución Tamayo et al (2014)

A juicio de la autora, a diferencia de los trabajos de Polya (1965), Schoenfeld (1985) y García (2003), Tamayo, Zona y Loaiza (2014) se preocupan por formular de manera explícita niveles de resolución de problemas aplicados al estudio (enseñanza y aprendizaje) de la ciencia. Estos niveles poseen una estructura de complejidad creciente, con indicadores mutuamente excluyentes (respecto a los demás niveles); en él se integran elementos cognitivos y cognoscitivos (dominios específicos de conocimiento y estrategias heurísticas).

A continuación, se describen las características más relevantes de cada nivel de resolución de problemas según la propuesta teórica y metodológica de Tamayo et al, (2014).

Nivel 1 de resolución de problemas: Reconocimiento superficial del problema.

En este nivel el problema se intenta resolver a partir de la redescrición de la experiencia, que da lugar a la enunciación del problema y descripción del experimento según la información brindada por el sistema senso-perceptual, utilizando datos de las instrucciones para solucionar y dar respuesta. En este nivel los estudiantes no utilizan sus saberes previos, suelen utilizar un lenguaje tautológico (es decir, afirmaciones obvia, vacía

o redundante), elaboran ideas ambiguas y utilizan sin comprensión los datos y lenguaje presentado en el problema, “son descripciones literales, perceptuales, que muestran lo sucedido en el experimento, en donde no se identifican y relacionan variables” (Tamayo et al, 2014, p.193). Este nivel además se relaciona con dificultades asociadas con la “lectura superficial en donde no se identifican datos, ni la incógnita o la pregunta (...) en la elaboración de la representación clara de los problemas (...) el desconocimiento de las técnicas y procedimientos para resolver el problema” (García, como se citó en Tamayo, et al, 2014, p.193).

En este trabajo se decide etiquetar este nivel como reconocimiento superficial del problema, con el propósito de facilitar su identificación.

Nivel 2 de resolución de problemas: expresión de sistema de creencias y elaboración de analogías.

En el nivel 2, los estudiantes realizan redescpciones de la experiencia de manera libre, ponen en juego sus sistemas de creencias (opiniones, sentimientos) y elaboran analogías en relación con sus saberes previos (trasferencia de conocimiento). “Aunque pueden dar una respuesta personal, ésta no corresponde al contexto donde se está llevando a cabo la situación problemática” (Tamayo et al, 2014, pp. 194-195). Algunas de las dificultades atribuibles al desempeño de los estudiantes en este nivel tienen lugar cuando, por ejemplo, buscan “dar respuesta a los problemas así sea adivinando, o por razonamientos erróneos (Genyea, como se citó en Tamayo et al, 2014, p.195); además de presentar carencia de conocimientos declarativos (conceptos básicos) y representación (gráficas y/o diagramas).

En este trabajo se decide etiquetar este nivel como: expresión de sistema de creencias y elaboración de analogías.

Nivel 3 de resolución de problemas: identificación de variables sin establecimiento de relación causal.

En este nivel de resolución los estudiantes logran identificar múltiples variables (asociadas o no con el problema), sin establecer relaciones causales entre ellas, ni

correlaciones entre propiedades teóricas y/o empíricas (Appleton, como se citó en Tamayo et al, 2014); no realizan descripciones tautológicas o descripciones libres (creencias y opiniones). Además, éstos, inician la resolución del problema directamente sin tener en cuenta alguna estrategia que guíe el proceso (Reif, Larkin y Brackett, como se citó en Tamayo et al, 2014).

En este trabajo se decide etiquetar este nivel como: identificación de variables sin establecimiento de relación causal.

Nivel 4 de resolución de problemas: relación inadecuada de variables.

En este nivel los estudiantes reconocen múltiples variables del problema, aunque las relacionan de manera inadecuada, sin llegar a elaborar justificación de las relaciones establecidas entre las ellas. También es posible observar la identificación de categorías que no hacen parte de la resolución (pudiendo pertenecer a otros contextos); así como poco dominio de “los conocimientos declarativos y procedimentales; por consiguiente, sus justificaciones cuando se relacionan las variables no se potencian profundamente” (Tamayo et al, 2014).

En este trabajo se decide etiquetar este nivel como: relación inadecuada de variables.

Nivel 5 de resolución de problemas: resolución comprensiva del problema.

En este nivel los estudiantes resuelven el problema de manera adecuada. Identifican las variables justificando o no sus modos de relación en procura de resolver el problema. “En algunos casos identifican magnitudes, en otros correlacionan categorías teóricas y/o categorías empíricas. En este nivel los estudiantes han implementado heurísticos” (Tamayo et al, 2014, p.201).

En este trabajo se decide etiquetar este nivel como: resolución comprensiva del problema.

4.2 ¿QUÉ SE ENTIENDE POR ARGUMENTACIÓN?

Quien formula una aseveración está formulando una pretensión:

reclama nuestra atención o que le creamos. A diferencia de quien habla frívolamente, en broma o sólo de manera hipotética (bajo la rúbrica «supongamos que»), de quien desempeña un papel o habla únicamente para impresionar, o de quien compone inscripciones lapidarias (en las que, como observa el Dr. Johnson, «no se está bajo juramento»), quien asevera algo quiere que lo que dice se tome en serio; y si su enunciado es tomado como una afirmación, así sucederá (Toulmin, 2007, p.29)

La argumentación puede ser entendida en diferentes acepciones, como un proceso comunicativo (Weston, 1994), como un campo de conocimiento bien de la filosofía, la retórica (Aristóteles), la lógica teórica formal (Descartes) o informal y la epistemología (Toulmin, 1958). La investigación en didáctica de las ciencias particularmente asume la perspectiva de la argumentación como un campo de la epistemología del siglo XX, en su intento por “criticar el supuesto (...) de que todo argumento significativo puede expresarse en términos formales; no como un mero silogismo” (Toulmin, 2007, p.10); que deviene en una teoría analítica para evaluar “los estándares y los valores del razonamiento práctico (desarrollado con un ojo puesto en lo que llamó consideraciones sustanciales) y los criterios formales y abstractos basados en la lógica matemática y una parte importante de la epistemología del siglo XX” (Toulmin, 2007, p.16). Sin pretenderlo, la obra de Toulmin (1958) inaugura un prolífico campo de estudio denominado modelos de argumentación, perfectamente adaptable al estudio de corte cognitivo sobre el aprendizaje de esta forma de razonamiento.

Ciertamente el hombre de la calle (o el que no es un estudioso de la materia) espera que las conclusiones de los lógicos tengan alguna aplicación en su quehacer, y las palabras con que se abre el primer tratado sistemático sobre la materia parecen justificar estas expectativas. «Para empezar-afirma Aristóteles-, debemos decir sobre lo que trata esta investigación y a qué disciplina pertenece; esto es, que se relaciona con la apodeixis [es decir, el modo en que las conclusiones deben ser establecidas] y con la ciencia [episteme] de su establecimiento (Toulmin, 2007, p.16).

La explicación sobre el modo en que se establecen las conclusiones es precisamente uno de los intereses centrales en la obra de Toulmin (1958), la evaluación crítica de los argumentos reales, como una manifestación práctica de la lógica, con el propósito de

examinar directamente las categorías bajo las que se expresan realmente las afirmaciones y su significando.

Hasta este punto, la aproximación teórica de este trabajo ha centrado su análisis en la obra de Toulmin (1958), sin explicitar el grado de afinidad con los planteamientos esgrimidos. Sin embargo, el abordaje inicial, basado en interpretaciones sobre el autor, deja clara la falta de comprensión general, sobre el alcance de su trabajo, pues sitúan su análisis en el campo de lo jurídico, sin advertir que se trata de un mero recurso expositivo, por ejemplo, al afirmar:

Hemos visto cuán estrecho es el paralelismo que puede dibujarse entre ambas disciplinas, hasta el punto de que el término «analogía» resulta demasiado vago y el de «metáfora» induce a confusión. Más aún, los procesos judiciales son sólo una clase especial de debates racionales en los que los procedimientos y reglas de la argumentación se han fosilizado al convertirse en instituciones (Toulmin, 2007, p.25)

Deja claro pues el autor que no es este el único debate racional al que le son aplicables las generalizaciones o categorías de análisis que derivan de su trabajo, “ la cuestión de la que se trata es cómo cambian y no cambian la forma y la estructura del argumento al pasar de un tipo de enunciado a otro o al moverse entre argumentos pertenecientes a campos diferentes” (Toulmin, 2007, p.26); introduciendo como novedad una distinción entre la fuerza de los términos de la evaluación lógica y las razones o criterios para su uso. Es decir, reconoce la existencia de diferentes campos argumentativos, “de modo que enseguida surge la cuestión de hasta qué punto pueden ser valorados por el mismo procedimiento, en la misma clase de términos y apelando al mismo tipo de estándares” (Toulmin, 2007, p.26).

La noción de la argumentación como defensa formal de una afirmación categórica, representa una aproximación a la comprensión conceptual de la argumentación más como un fenómeno sociológico que psicológico; de allí que sea apenas necesario sugerir algunas definiciones sobre este concepto.

La argumentación es la articulación de intervenciones, dentro de un discurso, dirigida a convencer a los otros de un punto de vista (Billig, 1987) (...) presentar una postura con la conciencia de que existe otra opinión, implícita o explícita, diferente de la propia (Leith y Myerson, 1989), Fine (1986) dice que el corazón del análisis retórico es el interés por conocer que circunstancias y con qué propósito y con qué procedimientos se realiza la persuasión (Candela, 1999, pp. 100- 101)

Es posible que no exista en castellano un antónimo suficientemente preciso de la palabra persuasión. Para la RAE significa “inducir, mover, obligar a alguien con razones a creer o hacer algo”; lo que sí debe quedar claro es que obligar con razones es diferente de obligar sin ellas, lo que implica considerar el carácter constructivo de la argumentación, “un argumento es un invento, una construcción original que utiliza material conocido: ideas, valores, concepciones, etc; compartidos por los participantes (Billig, como se citó en Candela, 1999, p.100).

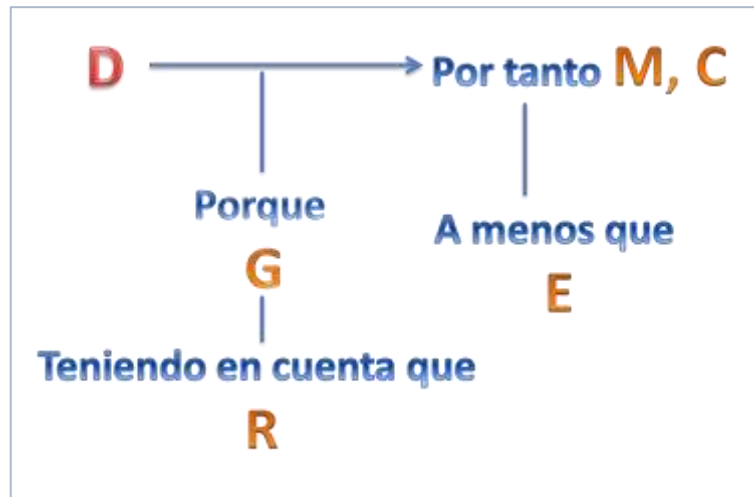
La diversidad de conocimientos, ideas y valores compartidos, involucrados en una visión constructiva de la argumentación, implica considerar el rol de dichos participantes. En el caso de la ciencia, la argumentación se enfrenta a las tensiones propias de las disputas teóricas y prácticas entre paradigmas, enfoques y métodos. Frente a este punto el presente trabajo, coincide con Candela (1999) al poner en tela de juicio, desde el contexto específico del aula escolar, la concepción que considera la ciencia (en especial la ciencia que se enseña en la escuela), como un producto de construcciones lógicas o como una suma de verdades incuestionables alejadas de una organización argumentativa; en respuesta una visión positivista de la ciencia que ignora o pretende ignorar que el pensamiento retórico y argumentativo “está en la base de procesos de pensamiento, más creativos e imaginativos” (Candela, 1999, p.102).

Una visión constructiva de la ciencia, no niega la posibilidad de emplear modelos analíticos que intentan explicar las formas de complejización presentes en la elaboración de argumentos, de allí que en adelante se presente una aproximación sucinta de diferentes modelos de argumentación empleados típicamente en las discusiones didácticas sobre el aprendizaje y enseñanza de las ciencias.

4.2.1 Modelos De Argumentación De Toulmin (1958)

El abordaje preliminar de la obra de Toulmin (1958), deja clara la intención puramente filosófica de su trabajo, sin embargo, este, sirve de base para la definición de una estructura analítica en la evaluación de argumentos (justificatorios).

Figura 2 Modelo de argumentación Toulmin (1958)



Fuente: Toulmin (1958)

A continuación, se presenta una síntesis de dicho modelo, representado en la figura 2, cuyos componentes son: los calificativos o matizadores modales (M), las condiciones de excepción o de refutación (E), una garantía (G) que es por definición algo diferente a un dato (D) o a una conclusión (C), además de un respaldo de la garantía (R). Es importante tener en cuenta que “los calificativos o matizadores (M) indican la fuerza conferida por la garantía en el paso adoptado, mientras que las condiciones de refutación (E) apuntan las circunstancias en que la autoridad general de la garantía ha de dejarse a un lado” (Toulmin, 2007, p.141)

Cada uno de estos componentes cumple una función específica y diferente facilitando tanto la caracterización como la complejización del argumento:

- La tesis, aserción o afirmación, en la cual quien argumenta plantea su punto de vista o expone inicialmente la postura que se dispondrá a defender (C).

- La evidencia, básicamente los datos sobre los cuales establece su aseveración y conclusión, deben tener un soporte teórico o empírico para tener validez (D).
- Las garantías, que sirven como justificación de la importancia o relevancia que tienen las evidencias, por ello se caracterizan por ser usualmente reglas, patrones, leyes, principios (G).
- El respaldo, el cual básicamente se encarga de asegurar que las garantías son reales y fidedignas, que se puede confiar en ellas plenamente (R).
- La reserva, la cual deja por sentado las situaciones en las cuales existen excepciones a lo planteado por la tesis, se suele plantear como un “a menos que” o “no obstante”, con el fin de demostrar los casos en los cuales la tesis no se cumple (E).
- El cualificador o calificador modal, cuya misión es brindar especificidad en torno al grado de veracidad o certeza de una tesis, se formula usualmente de manera condicional ya que gira en torno a la posibilidad de comprobación de la tesis (M), (Rodríguez, como se citó en Marín, 2018).

Las críticas más frecuentes a este modelo radican en que de un lado, no ofrece rasgos lingüísticos debiendo ser “inferidos a partir de los elementos funcionales” (Parodi, como se citó en Tamayo, Zona y Loaiza, 2014, p.125) y de otro, “presenta el discurso argumentativo de forma descontextualizada, sin tener en cuenta que depende del receptor y de la finalidad con la cual se emite” (Driver y Newton, como se citó en Tamayo et al, 2014, p. 126).

4.2.2 Modelo De Argumentación Según Van Dijk (1978)

En este apartado el interés, a diferencia del abordaje sobre el Modelo de Toulmin, no es describir exhaustivamente los componentes de la estructura propuesta por Van Dijk (1978), sino destacar aquellos elementos que eventualmente pueden enriquecer la comprensión sobre el modelo de análisis empleado propiamente en esta investigación.

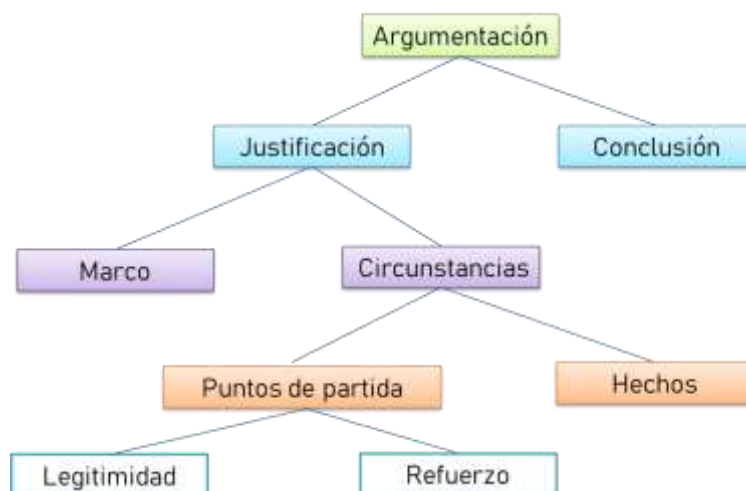
La teoría formulada por Van Dijk (1978) sobre el análisis del discurso denominada “La Ciencia del Texto” (p.1), emplea un enfoque multidisciplinario que integra elementos

de la lingüística, la psicología cognitiva, la sociología, la filosofía y la antropología. Esta teoría reconoce en la elaboración de un texto la existencia de superestructuras y macroestructuras, que pueden ser caracterizadas mediante “observaciones sistemáticas y del análisis de un gran número de tipos de textos (de una determinada sociedad o cultura)” Van Dijk (1978, p.165)

Sin embargo, podemos imaginarnos, a partir de unas reflexiones sencillas, que una superestructura debe existir necesariamente en cada texto, como ocurre también con las macroestructuras en un texto coherente. Pero existen algunas diferencias entre macro- y superestructuras: las macroestructuras semánticas son indispensables para que se produzcan conexiones lineales entre oraciones y para la comprensión del tema de un texto: por eso tienen cierto carácter de necesidad cognitiva. Las macroestructuras semánticas como tales no son convencionales, aun cuando existan algunas limitaciones sobre lo que se puede, o no, decir en unos contextos determinados. Las superestructuras, por el contrario, se comportan a este respecto más bien como estructuras 'sintácticas': se basan en reglas convencionales y no necesariamente todo tipo de texto posible tiene que estar convencionalizado por fuerza en el nivel de las superestructuras (Van Dijk, 1992, pp. 165-166).

El análisis frente a dichas reglas convencionales, condujo a la formulación de una estructura característica de los textos argumentativos, esquematizada en un diagrama arbolado, con las categorías jerarquizadas, como se muestra en la figura 3.

Figura 3 Estructura de la argumentación según Van Dijk (1992).



Fuente: Van Dijk (1992)

Según el autor “la estructura argumentativa de un texto debemos verla, sobre todo si procedemos de manera histórica, sobre el fondo del diálogo persuasivo” (Van Dijk, 1992, p.158). Además, coincide con Toulmin (1958) al considerar que a diferencia de la demostración (en sentido lógico estricto), “la argumentación cotidiana (y también la científica) se ocupa en muy pocas ocasiones de una relación (necesaria) entre hipótesis y conclusión (es decir, de una implicación), sino que más bien se dedica a una relación de probabilidad, credibilidad, etc.” (Van Dijk, 1992, p.158), esto es en la determinación de los criterios de justificación definidos según la cultura epistémica; de allí la importancia de la categoría marco del argumento en el diagrama anterior, pues involucra una serie de consideraciones generalmente implícitas en la elaboración del argumento, relacionadas con el contexto, el sentido pragmático y semántico de las afirmaciones y conclusiones.

De forma complementaria Van Dijk (1992), sugiere que los discursos científicos presentan una variante especial en las superestructuras argumentativas al afirmar que “la estructura básica del discurso científico no (sólo) consiste en una conclusión y su justificación sino también en un planteo de problema y una solución” Van Dijk (1992, p. 164). Dicha variante constituye un respaldo al propósito de relacionar en un mismo análisis los procesos de argumentación y de resolución de problemas, planteados especialmente para introducir a los estudiantes en el estudio de la ciencia como parte de la cultura

epistémica de la institución escolar, que en este caso moviliza como pretexto el estudio de los gases.

Finalmente Van Dijk (1992), elabora un ejemplo esquemático de la estructura de la argumentación en un informe experimental, advirtiendo que no se puede esperar una denominación definitiva o precisa de las categorías; aunque sí se pueden exigir que los esquemas globales den a estos textos una estructura de forma convencionalizada. Señalando además que a diferencia de otros textos (por ejemplo, narrativos) que se basa en primera instancia en factores pragmáticos (fascinar a alguien, convencer a alguien), en el informe experimental “no sólo interesan las funciones argumentativas, sino también las convenciones científicas del ritual experimental, que tiene claramente prescritas una serie de acciones a seguir para que la acción experimental global sea exitosa” (Van Dijk, 1992, p. 165). En esta investigación la ritualidad está referida al estudio de la ciencia, en un contexto escolar desde una perspectiva de resolución de problemas.

4.2.3 Modelo De Argumentación En La Didáctica De Las Ciencias Tamayo Et Al (2014)

Tamayo, Zona y Loaiza (2014) desarrollan un trabajo enfocado en identificar diferentes componentes del pensamiento crítico en el aula de ciencias a nivel escolar, en un intento por superar el énfasis en el desarrollo de competencias puramente conceptuales, “la enseñanza de las ciencias debe aportar a la apropiación crítica del conocimiento científico y la generación de nuevas condiciones y mecanismo que promuevan actitudes hacia la ciencia y el conocimiento científico” (Tamayo et al, 2014, p. 30). En su modelo de análisis integran diferentes dimensiones en las que se incluyen tanto la resolución de problemas como la argumentación.

En relación con la argumentación estos autores, elaboran un modelo definido por niveles como se muestra en la siguiente tabla 4, en los que se identifican datos, conclusión (es), justificación (es), modalizador, respaldo (s), contrargumento (s).

Tabla 3 Niveles argumentación según Tamayo, Zona y Loaiza (2014)

	Elementos característicos
Nivel 1	Comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia (Kintish y Van Dijk). Utiliza en su ejercicio verbos como observe, toque, frote, sentí, pero se limita a explicar lo que ocurrió en la realización de los experimentos. El estudiante se enfoca solo en describir los datos de lo ocurrido en la actividad.
Nivel 2 ^a	Comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos (data) y una conclusión (Claim) versus otra conclusión. Este argumento no incluye justificación.
Nivel 2b	Comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos (data) y dos o más conclusión (Claim). Este argumento no incluye justificación.
Nivel 3 ^a	Comprende argumentos constituidos por datos, con conclusiones y una justificación (warrant), y sin cualificador o modalizador.
Nivel 3b	Son argumentos constituidos por datos, con conclusiones y dos o más justificaciones (warrant) y sin un cualificador o modelizador.
Nivel 4	Comprende argumentos constituidos por datos, conclusiones, justificaciones (warrant) haciendo uso de cualificadores (qualifiers) o respaldos teóricos (backing), y sin contraargumentos.
Nivel 5	Comprende con una conclusión y un claro contraargumento (Rebuttal). Igual un argumento puede tener varias conclusiones y justificaciones.
Nivel 6	Presenta un extendido argumento, con más de un contraargumento (Rebuttal)

Fuente: Adaptado de Tamayo, Zona y Loaiza (2014)

De forma complementaria Tamayo et al (2014) proponen un listado de indicadores para identificar la correspondencia de los textos elaborados por los estudiantes con los niveles de argumentación:

- Descripción literal del fenómeno
- Datos
- Una conclusión
- Dos o más conclusiones
- Cualificadores o modalizadores
- Respaldo teórico
- Un contrargumento
- Dos o más contraargumentos.

4.3 ELEMENTOS HISTÓRICO-EPISTÉMICOS DEL ESTUDIO DE LAS LEYES DE LOS GASES

A continuación se abordan brevemente, algunas reflexiones sobre las implicaciones históricas y epistemológicas de las leyes fundamentales de la química, cuya crítica radica en cómo hoy día resulta ingenuo considerar que el desarrollo de esta ciencia obedece a una serie lineal de descubrimientos, realizados por individuos geniales, independientemente del contexto histórico, político y económico de su época; y sin hacer referencia a un sistema educativo que se agencia como parte de “un proyecto de desarrollo y de poder, en aquellos países cuyos compromisos religiosos e ideológicos se opusieron a esa fuerza de transformación de la sociedad y de las relaciones entre los seres humanos, que ha sido el capitalismo (Gallego, Pérez y Gallego, 2009, p.4)

Es decir, sin reconocer la historicidad que envuelve cada avance o retroceso de la ciencia; los agenciamientos e intereses comerciales, políticos, religiosos o de cualquier otra naturaleza. Esta visión pos-positivista, intenta dejar de lado la “habitual idea que se ha amparado en la física, para dar cuenta de las razones por las cuales la química es una de las

ciencias de la naturaleza” (Gallego, Pérez y Gallego, 2009, p.5), al reconocer las particularidades metodológicas de su trabajo, sus resultados y contribuciones al conocimiento científico.

Es importante considerar que cada modelo científico es una representación de un objeto de conocimiento y no la naturaleza misma, lo que justifica porque “cada una de las ciencias de la naturaleza puede ser elaborada en términos de formulación, desarrollo, modificación y sustitución de modelos, proceso éste en el que el objeto de conocimiento es también redefinido (Bachelard, como se citó en Gallego et al 2009, p.5). En el caso del estudio de las leyes de los gases, es necesario reconocer como “toda ley que aspire a ser considerada como científica, es formulada en el interior de una delimitación admisible del objeto de conocimiento en el que se da cuenta, con propósitos demostrativos y de contrastación experimental” (Gallego et al 2009, p.7), es decir se cumplen dentro de un cierto modelo teórico, conceptual y metodológico y no así necesariamente en otro. Las implicaciones didácticas de esta perspectiva epistémica, salta a la vista. No se trata únicamente de presentar una verdad robustecida por sus modelos de representación, sino producir una afectación de las nociones conceptuales que hace admisible el uso de dicho modelo.

En una revisión de cierto modo insuficiente sobre la historicidad de las leyes de los gases, se reconoce que su estudio sistemático en la cultura occidental se puede ubicar hacia finales del siglo XVII. La naturaleza aparentemente desordenada de los gases⁶ da lugar a una búsqueda conjunta de explicaciones sobre su comportamiento, cuando se somete a variaciones de presión, volumen y temperatura. Esta investigación particularmente se interesa por tres de estas leyes conocidas como Ley de Boyle-Mariotte, Charles y Gay-Lussac.

6 “En 1648, el químico Jan Baptist van Helmont, considerado el padre de la química neumática, creó el vocablo gas (durante un tiempo se usó también “estado aeriforme”), a partir del término griego kaos (desorden) para definir las características del anhídrido carbónico. Esta denominación se extendió luego a todos los cuerpos gaseosos, también llamados fluidos elásticos, fluidos compresibles o aires, y se utiliza para designar uno de los estados de la materia” (Recuperado: Historia de los gases – Física y química (wordpress.com)).

5 METODOLOGÍA

En este apartado se presentan las particularidades metodológicas de la presente investigación. Se inicia definiendo el enfoque y alcance, así como la población y el contexto en el que esta se desarrolla. Posteriormente describe la unidad de análisis, las técnicas e instrumentos de recolección de la información y diseño metodológico, entre otros aspectos.

5.1 ENFOQUE Y ALCANCE

La presente investigación asume un enfoque cualitativo – descriptivo, en tanto “pretende recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a los que se refieren”. (Hernández, Fernández & Batista, 2014, p. 2004). En esta perspectiva la autora en su rol de docente se aproxima a la realidad que constituye con los participantes en clase de química, en torno a la resolución de problemas y procesos de argumentación en el estudio de las leyes de los gases; es decir a la resolución conjunta de las situaciones problemáticas planteadas, mediante textos escritos y orales contruidos de forma individual y colectiva.

Bajo el anterior paradigma, se propone desarrollar un estudio de caso (Stake, 1999) que permita reconocer con base en los desempeños observados en el grupo de estudiantes “la particularidad y la complejidad de un caso en singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes (...) destacando las diferencias sutiles, la secuencia de los acontecimientos en su contexto y la globalidad de las situaciones personales” (Stake, 1999, p. 11). No se trata de comparar el desempeño alcanzado por los estudiantes, ni mucho menos mostrar únicamente la evolución en el aprendizaje (como se hace frecuentemente a través de un estudio pre-experimental), sino más bien contrastar e identificar posibles relaciones según estas categorías de análisis que comúnmente son abordadas por separado; es decir someterlos a los juicios de valoración según el modelo analítico de los niveles de resolución de problemas y de argumentación en concordancia con el enfoque teórico que aquí se moviliza (Tamayo, Zona y Loaiza, 2014).

5.2 POBLACIÓN Y CONTEXTO

La Institución Educativa Nuestra Señora de Chiquinquirá atiende una población de estratos socioeconómicos 1,2 y 3, tanto de la zona plana como montañosa del municipio de Roldanillo y de municipios vecinos (Bolívar, Unión y Zarzal). El estudio específicamente se desarrolla en el contexto de la clase de Ciencias Naturales (Química) del grado décimo que orienta la autora de este trabajo. Este grupo está conformado por 40 estudiantes con edades de 15 a 17 años, un 70% son del sexo femenino. El 40% posee un entorno familiar con presencia de padre y madre, frente a un 35% monoparental en su mayoría madres cabeza de familia, el 25% restante se encuentran al cuidado de otros familiares. El promedio de escolaridad de los acudientes es quinto de primaria.

5.3 UNIDAD DE TRABAJO

Para el desarrollo de las intervenciones se seleccionan 15 estudiantes (con el propósito de atender los protocolos de bioseguridad), organizados en tres subgrupos de 5 estudiantes cada uno, para favorecer las dinámicas de diálogo y gestión de aula. Para el estudio de caso son seleccionados (3) estudiantes, uno por cada grupo atendiendo a los siguientes criterios:

La participación en la intervención diagnóstica y dos intervenciones adicionales, independientemente de logro de las metas propuestas, en términos de éxito o fracaso.

Estudiantes que muestran desempeños susceptibles de ser evaluados, es decir aquellos que han desarrollado las hojas de trabajo y participado en los diálogos.

5.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Para el desarrollo de la investigación se tendrá en cuenta la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud en donde se establece que toda investigación con seres humanos requiere de consentimiento informado y la ley 1098 (Congreso de la República 2006), por la cual se expide el Código de Infancia y adolescencia, en relación con los derechos de protección que tienen los niños y las niñas.

Para esto, se realiza una reunión con los padres de familia y/o acudientes involucrados, se suministra el formato de consentimiento informado (Anexo C) en los cuales se explica de forma detallada, la intención de la actividad con fines netamente pedagógicos, se aclara que se respeta la privacidad y confidencialidad de la información obtenida. Se describa brevemente si son menores de edad y requieren tratamiento especial para el uso de datos (poner anexo consentimiento informado). Este punto es obligado y de no presentarlo se devuelve para ajuste.

5.5 UNIDAD DE ANÁLISIS

A continuación, se presenta las unidades de análisis (niveles argumentativos y de resolución de problemas de los estudiantes de grado 10 de la Institución Educativa Nuestra Señora de Chiquinquirá) en ella explicitan el objetivo general y específicos, las categorías, subcategorías, indicadores y autores que fundamentan el abordaje analítico.

Tabla 4 Cuadro de indicadores.

Objetivo General	Objetivos específicos	Categorías	Sub-categorías	Indicadores	Autores
Comprender la relación entre los niveles de resolución de problemas y de argumentación en el estudio de las leyes de los gases con estudiantes del grado décimo de la Institución	Determinar los niveles de resolución de problemas de los estudiantes en el proceso de aprendizaje de las leyes de los gases.	Resolución de problemas	Niveles de resolución de problemas	Reconocimiento superficial del problema (NRP1)	Tamayo, Zona y Loaiza (2014)
				Expresión de sistema de creencias y elaboración de analogías (NRP2).	
				Identificación de variables sin establecimiento de relación causal (NRP3).	
				Relación inadecuada de variables (NRP4).	

Educativa Nuestra
 Señora de
 Chiquinquirá

Describir comprensivame nte los niveles argumentativos de los estudiantes en el aprendizaje de las leyes de los gases.	Argumentación	Niveles de argumentación	Resolución comprensiva del problema.	Tamayo, Zona y Loaiza (2014)
			(NRP5)	
			Descripción literal del fenómeno (NA1)	
			Datos (NA2a)	
			Una conclusión (NA2b)	
			Una justificación (NA3a)	
Dos o más justificaciones (NA3b)				
Modalizador o respaldo teórico (NA4)				
Un contrargumento (NA5)				
Dos o más contraargumentos (NA6)				

Fuente: Elaboración propia a partir de los autores de referencia (Tamayo, Zona y Loaiza (2014))

Tabla 5 Cuadro de desempeños según indicadores.

Categoría	Indicadores	Desempeños
Resolución de Problemas	NRP1	Los estudiantes realizan una descripción literal de la experiencia, derivada de una observación superficial.
	NRP2	Los estudiantes realizan red-escipciones de la experiencia de manera libre, ponen en juego sus sistemas de creencias (no se refieren a un modelo teórico/explicativo o concepto aprendido) y elaboran analogías en relación con sus saberes previos (trasferencia de conocimiento).
	NRP3	Los estudiantes identifican múltiples variables (asociadas o no con el problema), sin establecer relaciones causales entre ellas, ni correlaciones entre propiedades teóricas y/o empíricas.
	NRP4	Los estudiantes reconocen múltiples variables del problema, aunque las relacionan de manera inadecuada, sin llegar a elaborar justificación de las relaciones establecidas entre las ellas.
	NRP5	Los estudiantes resuelven el problema de manera adecuada. Identifican las variables justificando o no sus modos de relación en procura de resolver el problema. Además en algunos casos identifican magnitudes, en otros correlacionan categorías teóricas y/o categorías empíricas.

	NA1	Los estudiantes piensan que se puede concluir científicamente sin datos
	NA2a	Los estudiantes reconocen los datos adecuados sin formular una conclusión.
Argumentación	NA2b	Los estudiantes reconocen que es necesaria una serie de datos adecuados para formular una conclusión.
	NA3a	Los estudiantes además de identificar los datos adecuados y formular una conclusión llegan a elaborar al menos una justificación referida a los datos o conocimiento previo.
	NA3b	Los estudiantes además de identificar los datos adecuados y formular una conclusión llegan a elaborar dos o más justificaciones referidas a los datos o conocimiento previo.
	NA4	Los estudiantes además de identificar los datos adecuados y formular una conclusión, llegan a elaborar justificaciones a partir de los modelos teóricos o explicativos que usa como respaldo. Hacen uso de moralizadores o calificadores modales.
	NA5	Los estudiantes identifican los datos, formulan conclusiones y elaboran al menos un contraargumento que contiene justificaciones con base en modelos teóricos o explicativos (respaldo).

NA6 Los estudiantes identifican los datos, formulan conclusiones y elaboran dos o más contraargumento que contiene justificaciones con base en modelos teóricos o explicativos (respaldo).

Fuente: Elaboración propia a partir de los autores de referencia (Tamayo, Zona y Loaiza, 2014)

5.6 TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se sistematizan las hojas de trabajo de las cartas de resolución del instrumento diagnóstico (ver anexo A), enfocando el análisis en los textos elaborados por los estudiantes que constituyen el estudio de caso; a través de una búsqueda selectiva que permita destacar o evidenciar múltiples aspectos de los desempeños alcanzados según los indicadores definidos por Tamayo, Zona y Loaiza (2014) tanto para los niveles de resolución de problemas como de argumentación.

Antes es necesario apreciar que en el proceso validación del instrumento diagnóstico se realiza a partir de un pilotaje con un grupo de estudiantes de características semejantes en la institución educativa; de forma complementaria integrando las observaciones realizadas por dos pares idóneos: el primero con un perfil orientado al estudio de la química y el segundo con la resolución de problemas.

5.7 UNIDAD DIDÁCTICA

Dadas la circunstancias que conlleva la gestión de la pandemia por COVID-19 en las instituciones educativas de educación básica y media, en este trabajo de investigación se desarrolla la aplicación del instrumento diagnóstico, cuyo alcances y propósitos se describen a continuación.

Alcances del instrumento diagnóstico

El instrumento diagnóstico (Anexo A) consta de tres actividades descritas en este apartado, su propósito es reconocer los saberes previos relacionados con el estudio de las leyes de los gases. Antes es necesario precisar que, dado el carácter diagnóstico de las actividades, no se presentan conocimientos explícitos de las relaciones entre las magnitudes que explican el comportamiento de los gases, sino que exploran el alcance de los dominios específicos con base en los saberes previos y el razonamiento intuitivo de los estudiantes. Tampoco se presentan de manera explícita recomendaciones o sugerencias que pueden facilitar la elaboración de argumentos de mejor consistencia discursiva, aunque se guarda coherencia metodológica al distinguir tres momentos claves en el desarrollo del

instrumento. El primero en el que se presenta un enunciado problémico y la pregunta central del problema, el segundo donde se ofrecen sugerencias y recomendaciones para la resolución del problema y un último momento en que se facilita el diálogo entre los participantes, que puede dar lugar al refinamiento de la respuesta alcanzada inicialmente o por el contrario al cambio de posición en las conclusiones y/ justificaciones elaboradas.

Descripción de la actividad N°1.

En la primera actividad se muestra una situación de la cotidianidad relacionada con el cambio de volumen de algunos balones en función de la variación de la temperatura a presión atmosférica constante, a través de un enunciado problémico, en el que un padre de familia se ve molesto con los hijos al responsabilizarlos de la situación, a pesar de que ellos, ni las circunstancias del viaje que realizan ocasionan daños o fugas de aire en dichos balones, permitiendo generar un dilema a cerca del interrogante ¿Consideras que es justo el reclamo del padre?

La evaluación del dilema se complementa con el interrogante ¿Por qué? Con el propósito de estimular la construcción de un argumento de defensa de la posición adoptada. Siguiendo la estructura general de la unidad didáctica, se da paso al momento de recomendaciones (sugerencias e interrogantes) como herramienta de apoyo.

La primera sugerencia, busca que los estudiantes representen a través de un dibujo la situación que experimentan los balones antes y después del viaje, permitiendo realizar un contraste de las características observables, que pueden servir de ayuda para elaborar razonamientos sobre otras características implícitas en la situación; movilizados a partir de los interrogantes ¿Qué magnitud o magnitudes consideras que han cambiado? nuevamente llevando a los estudiantes a formular un argumento de defensa de su idea, con la pregunta ¿Por qué?

El segundo interrogante de apoyo profundiza en el hecho de que nadie ha tocado los balones, ni han sido golpeados, ni presenta escapes o fugas de aire, para estimular la elaboración de una respuesta de la pregunta ¿Cómo explicas el cambio en la o las magnitudes del interrogante anterior?; en la que se asumen que efectivamente se producen

cambios en el valor de las magnitudes (Volumen del gas y su temperatura), en el que se espera que los estudiantes formulen una hipótesis para explicar el comportamiento observado en los balones.

En el tercer momento, en coherencia con la estructura de la unidad didáctica se presenta la sugerencia de socializar con los compañeros las respuestas obtenidas de forma individual a través de un diálogo. A partir de este diálogo y con el propósito de estimular la formulación de contraargumentos se proponen los siguientes interrogantes ¿Con cuál(es) de tus compañeros no estás de acuerdo?, ¿Por qué?

Finalmente, el último interrogante busca que los estudiantes pongan a prueba su certeza o convencimiento sobre la posición adoptada y las razones que les permite soportarla ¿Considerarías cambiar de opinión?, ¿Por qué?

Descripción actividad N° 2

En la actividad número dos, se propone un enunciado problémico a partir de una imagen en la que se puede observar una persona que comprime y descomprime una jeringa con un pequeño globo en su interior, dando lugar a una situación de variación de la presión y el volumen del gas al interior de la jeringa a temperatura constante. Se presentan además las conclusiones elaboradas por dos personas y un interrogante central que da lugar un dilema sobre ¿Quién crees que tiene la razón?

El dilema que deviene del interrogante central anteriormente mencionado, permite que los estudiantes asuman una posición al evaluar las afirmaciones hipotéticas sobre el comportamiento del gas al interior de la jeringa, así como elaborar justificaciones al intentar responder el interrogante complementario ¿por qué?

Como se señala en la primera actividad, inicialmente se da un tiempo prudente para que los estudiantes intenten responder los interrogantes de forma libre, dejando la opción de recibir recomendaciones a través de sugerencias e interrogantes que hace parte de la carta de resolución de problemas. La primera sugerencia busca que a partir de las hipótesis formuladas en el punto anterior los estudiantes realicen el proceso de experimentación, para este propósito se presentan los materiales y procedimientos empleados en el experimento.

Con base en el comportamiento observado en el anterior experimento, se presentan dos gráficas que muestran la variación proporcional de la presión y el volumen, una en sentido directo e inverso respectivamente; al igual que el interrogante ¿Cuál de las siguientes gráficas se ajustan mejor a la situación observada en el experimento? Con la intención que los estudiantes intenten identificar y enunciar la relación causal existente entre las magnitudes; así como elaborar justificaciones entorno a sus afirmaciones.

Posteriormente, se invita a los estudiantes a evaluar nuevamente el interrogante central: ¿quién tiene la razón? y ¿por qué?; este último como estrategia para estimular la formulación de argumentos.

Finalmente, en coherencia con la estructura didáctica del instrumento diagnóstico se presenta la sugerencia de socializar con los compañeros las respuestas obtenidas de forma individual a través de un diálogo, que permite nuevamente estimular la formulación de contraargumentos a partir de los interrogantes ¿Con cuál(es) de tus compañeros no estás de acuerdo?, ¿Por qué?

Descripción de la actividad N°3

En la actividad número tres, se propone un enunciado problémico, a partir de una situación de la vida cotidiana asociada con cocción de los alimentos. Este enunciado propone una comparación de la eficiencia en el tiempo de cocción de los alimentos cuando se emplea de un lado una olla express en condiciones de conservación del volumen del gas, a temperatura y presión variable; y de otro la utilización de una olla convencional (con variación del volumen del gas. Nuevamente se moviliza una situación dicotómica en el sentido que los estudiantes deben evaluar la conveniencia del uso de cada utensilio (olla) en relación con el tiempo de cocción, como criterio implícito en el contexto o marco del enunciado problémico; además de elaborar argumentos para responder al interrogante ¿Por qué?

En la etapa de sugerencias y recomendaciones se propone a los estudiantes evaluar tres afirmaciones relacionadas con la situación problémica indicando sí se adopta una postura favorable o desfavorable según cada enunciado, además de elaborar los argumentos

que justifican dicha posición. Las afirmaciones hacen referencia a las variaciones de presión, volumen y temperatura en el gas durante el proceso de cocción.

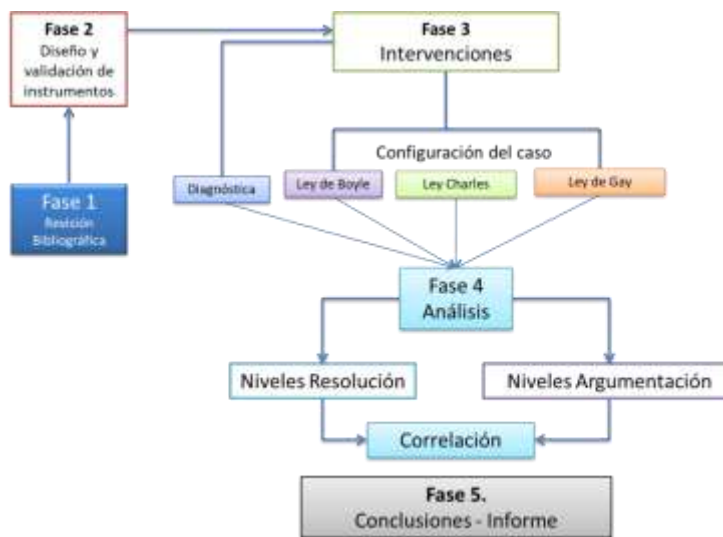
Se espera que al evaluar las afirmaciones los estudiantes nuevamente se enfrenten al interrogante central: ¿En qué olla resultaría más conveniente cocinar los frijoles, en la olla pitadora o en una olla convencional (normal)?, ¿Por qué?

Posteriormente, al igual que en las actividades 1 y 2 se da paso al espacio de reconstrucción dialógica, con el propósito de estimular la formulación de contraargumentos.

5.8 DISEÑO METODOLÓGICO

Esta investigación se desarrolla en seis fases como se muestra en la figura 4.

Figura 4 Diseño metodológico.



Fuente: Elaboración propia.

Fase 1. Exploración: inicia con una revisión bibliográfica para establecer antecedentes y definir enfoque teórico y metodológico.

Fase 2. Con base en los aspectos teóricos y metodológicos definidos en la fase 1, se diseñan instrumentos de intervención y recolección de la información. Los instrumentos de

intervención permiten movilizar los procesos de resolución de problemas y de argumentación, como parte de la demanda cognitiva que se presenta a los estudiantes.

Fase 3. Intervención: Se propone el desarrollo de cuatro intervenciones: En la primera intervención, denominada intervención diagnóstica, se movilizan las nociones y/o conceptos relacionados con el estudio de los gases (temperatura, presión, volumen, número de moles), se aclara que el instrumento diagnóstico se rediseña con el propósito de ampliar el espectro de evidencias y el alcance cognitivo en las tareas que se demanda a los estudiantes, reiterando que dado el carácter diagnóstico de las actividades, no se presenta conocimiento explícito de las relaciones entre las magnitudes que explican el comportamiento de los gases, sino que exploran el alcance de los dominios específicos con base en los saberes previos y el razonamiento intuitivo de los estudiantes. Así en el instrumento diagnóstico la primera actividad se relaciona implícitamente con la ley de Charles, la segunda con la ley de Boyle y la tercera con la ley de Gay. También se aclara que, dada la contingencia, se diseñan situaciones problémicas exclusivamente de naturaleza cualitativa.

Fase 4. Análisis: esta fase se desarrolla en tres momentos. El primer y segundo momento se describen comprensivamente los niveles, tanto de resolución de problemas como de argumentación, observados en cada uno de los estudiantes que constituyen el estudio de caso, siguiendo los modelos analíticos de resolución de problemas y argumentación formulados por Tamayo, Zona y Loaiza (2014). En el tercer momento se confrontan los resultados de los dos análisis anteriores, con el propósito de identificar posibles relaciones a través de una matriz inductiva diseñada para este fin.

Fase 5. Informe: en esta fase se elaboran conclusiones y el informe de investigación correspondiente.

5.9 PLAN DE ANÁLISIS

Inicialmente se transcriben las hojas de trabajo (aquí denominada carta de resolución) y se sistematiza en matrices de Excel, luego se hace uso del análisis de contenido (texto- escrito) identificando los diferentes indicadores de resolución de

problemas y argumentación en toda la evidencia empírica recabada en la aplicación del instrumento diagnóstico. Se emplea una matriz de síntesis diseñada para este fin (Anexo B) tanto para establecer el nivel de resolución como de argumentación, una matriz por cada categoría.

Luego se confrontan las dos matrices de análisis para identificar posibles relaciones entre los niveles de resolución de problemas y argumentación, más allá de un mero relacionamiento teórico, se trata de identificar elementos característicos en una doble perspectiva, de acuerdo con el nivel de desempeño alcanzado por los tres estudiantes que constituyen el caso.

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se inicia con una caracterización del nivel de resolución de problemas alcanzado por cada uno de los tres estudiantes; de forma semejante, se continúa describiendo comprensivamente el desempeño de los estudiantes de acuerdo con los niveles de argumentación abordados en la fundamentación teórica. Finalmente se realiza una triangulación de los resultados obtenidos preliminarmente para identificar regularidades, diferencias o particularidades, que permitan establecer relaciones entre los niveles de resolución de problemas y argumentación a la luz de los datos obtenidos.

6.1 RESULTADOS ALCANZADOS EN RELACIÓN CON LOS NIVELES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

La presentación de los resultados, relacionados con los niveles de resolución de problemas, se desarrolla en dos momentos. Inicialmente se muestra un panorama general, (enfoque panorámico), y posteriormente se realiza un zoom sobre el desempeño particular observado en cada uno de los tres estudiantes.

6.1.1 Enfoque Panorámico De Los Niveles De Resolución De Problemas

La metáfora de mirada o enfoque panorámico se presenta con el propósito de movilizar la atención hacia los rasgos generales derivados del análisis de la información, que permite reconocer en una mirada, cuáles son las tendencias en cuanto a los niveles de resolución de problemas, una vez valorado el desempeño alcanzado por los estudiantes en las tres actividades propuestas, descritas previamente en el apartado metodológico.

De acuerdo con la valoración de los desempeños observados, los estudiantes E1 y E3 evidencian niveles de resolución semejantes en las tres actividades. En la primera actividad, según el indicador, logran reconocer múltiples variables del problema, relacionándolas de manera inadecuada y sin llegar a elaborar justificaciones sobre dichas relaciones (tendencia al Nivel NRP4); en la segunda y tercera actividad, estos mismos

estudiantes, resuelven el problema de manera adecuada, identificando las variables y justificando sus formas de relación (tendencia al Nivel NRP 5), ver en tabla 6.

Tabla 6 Niveles de resolución de problemas alcanzados por los estudiantes.

Nivel de resolución	Estudiante E1			Estudiante E2			Estudiante E3		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
NRP1									
NRP2									
NRP3									
NRP4	■				■			■	
NRP5		■	■	■		■		■	■

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6, también se puede apreciar el nivel alcanzado por el estudiante E2 en las tres actividades, ubicándose en un nivel de resolución de problemas NRP5 en la primera y tercera actividad y un nivel NRP4 en la segunda.

De forma complementaria, es posible afirmar que los estudiantes logran resolver de forma exitosa dos de las tres actividades propuestas, que corresponde a un 66,66% de desempeño exitoso.

6.1.2 Zoom Del Desempeño En La Resolución De Problemas

A continuación, se profundiza en la descripción detallada de los elementos característicos observados en el desempeño de cada uno de los estudiantes, en relación con la resolución de problemas. Antes es oportuno precisar que la transcripción literal de las respuestas elaboradas por los estudiantes, se codifican iniciando con la letra, “a” mayúscula, acompañada de un código numérico (1, 2 o 3) con el que se designa la actividad, posteriormente un guion medio, seguido de las letras “r” e “i” mayúsculas, para

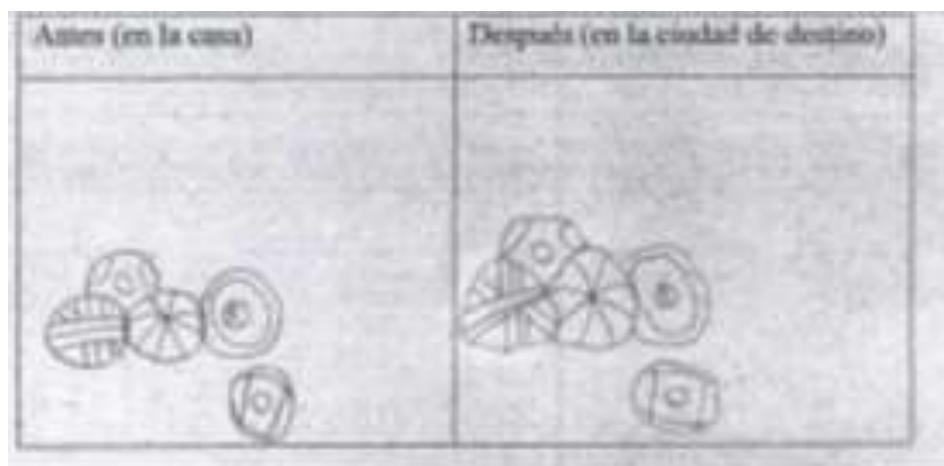
hacer referencia a la respuesta del interrogante según la nomenclatura de la carta de resolución.

Nivel de resolución de problemas alcanzado por el estudiante E1

En la primera actividad, donde se presenta la situación problemática relacionada con el cambio de volumen de algunos balones en función de la variación de la temperatura a presión atmosférica constante (Ley de Charles), el estudiante E1 enfrenta el dilema propuesto sobre si ¿es justo el reclamo del padre?, afirmando que “*No considero que sea justo ya que la disipación del aire dentro del balón se podría deber a la velocidad que iban y el largo viaje o la diferencias de climas*” (A1-RIC); en cuya respuesta se identifican variables (disipación del aire, velocidad, longitud del viaje) que no se relaciona directamente con la solución del problema.

El estudiante E1 además elabora un diseño gráfico de la situación, ver en la ilustración 2.

Ilustración 1 Diagrama de la situación actividad 1.



Fuente: Elaboración propia

Siguiendo las sugerencias e interrogantes de la carta de resolución, el estudiante complementa la respuesta afirmando: “*surgió un cambio en la presión del aire dentro de cada balón debido a la diferencia de climas y horarios*” (A1-RI1), donde se destaca que no logra identificar la variación del volumen, aunque sí, expresar una inquietud sobre los efectos del clima en las partículas de aire contenida en los balones: “*al estar en horas de la*

noche el aire dentro del balón pierde cierta intensidad y las partículas de aire se disipan más y con mayor tranquilidad” ((A1-RI2).

En la segunda actividad, donde se propone un enunciado problémico a partir de una imagen en la que se puede observar una persona que comprime y descomprime una jeringa con un pequeño globo en su interior, que da lugar a una situación de variación de la presión y el volumen del gas al interior de la jeringa a temperatura constante. El estudiante E1 evalúa las afirmaciones categóricas propuestas por los personajes del enunciado (Martha y Jaime), reconociendo las variables involucradas y las formas de relación. En la respuesta del interrogante central, por ejemplo, expresa: *“creo que la tiene Jaime, ya que al disminuir la presión el globo tiene más espacio para así poder expandirse” (A2-RIC)*. La afirmación anterior se complementa con la interpretación de la gráfica asociada con el enunciado del problema: *“La gráfica 1 es la correcta ya que (...) si la presión baja el volumen aumenta y si la presión sube el volumen disminuye” (A2-RI1)*.

En la tercera actividad, de forma análoga a la anterior, el estudiante E1 reconoce la relación entre las variables, para evaluar las afirmaciones y resolver el dilema que presenta el problema sobre el uso de una olla convencional o pitadora (exprés), que se aprecia en la respuesta: *“de acuerdo, porque al haber mayor cantidad de gases se forma una presión y temperatura mayor” (A3-R1C)*.

Nivel de resolución de problemas alcanzado por el estudiante E2

En la primera actividad, el estudiante E2, inicialmente elabora una hipótesis que desatiende parte de las condiciones enunciadas en la formulación del problema: *“El volumen de la pelota cambia ya que se desinfla y queda más pequeña” (A1-RI1)*; aunque reconoce en el volumen una de las variables implicadas en el cambio de tamaño. Luego, el estudiante E2 elabora una justificación del cambio observado, sin llegar a identificar con precisión la variable involucrada: *“El cambio de clima puede ser un factor clave para esto ya que el aire puede hacer que el volumen cambie” (A1-RI2)*. Una vez discutida las respuestas con el grupo de trabajo, el estudiante E2 reelabora su justificación al expresar.

“La pelota no se desinfla porque no tiene fugas y disminuyó su volumen⁷ al clima y a la temperatura” (A1-RI4). Al reelaborar su razonamiento, producto del diálogo, el estudiante E2 explicita la relación entre el volumen y la temperatura, sin llegar a establecer su sentido (directa o inversa).

En la segunda actividad el estudiante E2, inicialmente elabora un razonamiento, en el que identifica las variables involucradas en el problema, relacionándolas de forma inadecuada: *“para mi Martha tiene la razón ya que al aumentar la presión aumenta el volumen del globo”* (A2-RIC); sin embargo, en el espacio de reconstrucción dialógico, el estudiante reelabora su razonamiento, afirmando: *“si considero cambiar mi opinión, ya que al ver el experimento estoy de acuerdo con Jaime, ya que al disminuir la presión aumenta el volumen del globo”*. Cambiar de opinión, significa no solo una mejor comprensión del problema sino también de la relación entre las variables que constituyen su solución.

En la tercera actividad, donde se compara la eficiencia en el tiempo de cocción cuando se emplea una olla exprés (en condiciones de conservación del volumen del gas, a temperatura y presión variable) y una olla convencional (con variación del volumen del gas), el estudiante E2 inicialmente afirma: *“En una olla pitadora el gas no se sale y eso hace que la presión dentro de la olla aumente”*, y posteriormente complementa esta idea en el espacio de construcción dialógico: *“A medida que aumenta la temperatura aumenta el gas y eso hace que aumente la presión dentro de la olla pitadora”*, permitiéndole resolver el problema, al identificar claramente las variables y relacionarlas de manera adecuada.

Nivel de resolución de problemas alcanzado por el estudiante E3

El estudiante E3, muestra un comportamiento resolutorio similar a E1, de su desempeño es importante destacar los siguientes aspectos.

En la primera actividad formula una hipótesis en los siguientes términos: *“Tal vez, puede que el aire haya sido comprimido por algún cambio de presión atmosférica en el camino entre las dos ciudades”* (A1-RI2), omitiendo la relación de las variables identificadas con el cambio en la temperatura.

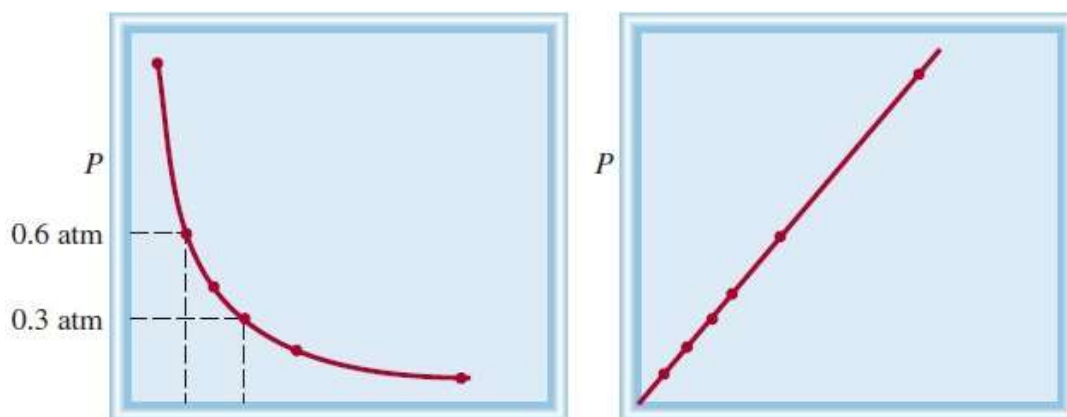
⁷ Puede interpretarse agregando la expresión “debido a”.

En la segunda actividad, el estudiante E2 propone como respuesta del interrogante central:

Considero que Jaime tiene la razón, porque, es correcto decir que cuando se tapa la boquilla de jeringa y se presiona el embolo, hay presión, ya que, el aire no tiene por donde salir y el espacio es mínimo en cambio, al disminuir la presión el globo tendrá más espacio para crecer (A2-RIC).

La idea anterior es respaldada con la selección de la gráfica número 1. “La gráfica 1 porque muestra la disminución de la presión y el aumento del volumen, tal como pasó con el globo” (A2-RI1). En su respuesta E2, identifica la relación inversa entre la presión y el volumen permitiéndole resolver el problema, ver en la figura 5.

Figura 5 Opciones de respuesta del interrogante 1 en la carta de resolución de problemas.



Fuente: Elaboración propia.

En la tercera actividad, finalmente el estudiante E3, logra resolver el problema al relacionar de forma adecuada las variables: “En la olla pitadora, porque, el calor se mantiene dentro de ella, calentando más constantemente la comida (frijoles) y la presión también ayudará a que vayan ablandando los frijoles, por ende a que se hagan más rápidos” (A3-RIC). Si bien el razonamiento anterior puede parecer de sentido común, la respuesta logra un mayor refinamiento, cuando el estudiante E3 evalúa la afirmación: A medida que aumenta la temperatura del gas en la olla pitadora, la presión también aumenta. “De acuerdo, la olla al estar cerrada, no deja salir el gas, por lo tanto, este aumenta y no se sale de la olla, al no tener como salir, empieza a generar presión” (A3-RI1C).

6.2 NIVEL DE ARGUMENTACIÓN ALCANZADO POR LOS ESTUDIANTES

De forma análoga a la presentación de los resultados obtenidos en los niveles de resolución de problemas, la descripción comprensiva de los niveles de argumentación alcanzados por los estudiantes presenta un panorama general y particular de desempeño obtenido por cada participante en las tres actividades propuestas.

6.2.1 Enfoque Panorámico De Los Niveles De Argumentación

De acuerdo con el análisis de la información, el estudiante E3 logra obtener un desempeño homogéneo en las tres actividades, alcanzando un nivel de argumentación NA4, caracterizado por la identificación de datos adecuados, la formulación de al menos una conclusión, la elaboración de múltiples justificaciones a partir de los modelos teóricos o explicativos que se usan como respaldo, además del uso de modalizadores o cualificadores modales. Este mismo nivel es alcanzado por el estudiante E1 en la segunda actividad, mientras que en la primera y tercera alcanza un nivel NA3b debido a la ausencia de modalizadores lógicos racionales, siendo de igual forma, el nivel característico del estudiante E2 en las tres actividades desarrolladas, ver en la tabla 7.

Tabla 7 Niveles de argumentación alcanzado por los estudiantes.

Pistas	Niveles de argumentación	Estudiante E1			Estudiante E2			Estudiante E3		
		A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Sin datos	NA1									
Datos	NA2a									
(1) conclusión	NA2b									
(1) Justificación	NA3a									
(2) o más Justificaciones	NA3b	x		X	x	X	x			
Modalizador o respaldo teórico	NA4		x					x	x	x

Contra
argumento

NA5

(2) Contra-
argumentos.

NA6

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2 Zoom Sobre El Nivel De Argumentación Alcanzado Por Los Participantes

La descripción comprensiva del análisis sobre el nivel de argumentación alcanzado por cada uno de los estudiantes, se presenta atendiendo a los rasgos o indicadores propuestos en el modelo teórico, así como a la información empírica derivadas de las respuestas elaboradas en las tres actividades. Con el propósito de síntesis se describe el nivel alcanzado por el estudiante y posteriormente las características del desempeño observado, integrando elementos de las diferentes actividades; es decir, el propósito no es abordar cada actividad sino los rasgos que dan lugar a la clasificación del estudiante según el nivel obtenido. Para este propósito se emplea una codificación de las pistas sintácticas identificadas en el análisis de los textos, indicando, las conclusiones (C), las justificaciones (J), los modalizadores (M) y los respaldos (R).

Nivel de argumentación del estudiante E1

Como se aprecia en la tabla 7, el estudiante E1, muestra un desempeño orientado a dos tendencias: en la segunda actividad hacia nivel NA4 y en la primera y tercera hacia el nivel NA3b.

En el nivel NA4 el estudiante E1 identifica los datos adecuados (variables), formula una conclusión y elabora dos justificaciones haciendo uso de modalizadores simples (sin incluir adverbios) para establecer condiciones comparativas de cambio en las variables, como se puede apreciar en el análisis estructural de la respuesta del interrogante 1 de la segunda actividad.

La gráfica 1 es la correcta (C) ya que (a la presión aumentar el) si la presión baja (M) el volumen aumenta (1J) y si la presión sube (M) el volumen disminuye (2J) (A2-RII).

El estudiante E1 en la primera y tercera actividad alcanza un nivel de argumentación NA3b, en tanto logra identificar los datos adecuados, formular una conclusión y elaborar dos justificaciones referidas a conocimientos previos, como se aprecia en el análisis estructural de las siguientes respuestas: “*Considero que la olla pitadora (C) ya que esta no deja escapar los olores (J1) y los gases dentro de esta olla se concentran mejor (J2) y tiene una mejor cocción*” (A3-RIC); y de forma semejante en: “*se puede deber a la diferencia de climas (C) ya que al estar en horas de la noche el aire dentro del balón pierde cierta intensidad (1J) y las partículas de aire se disipan más y con mayor tranquilidad*” (2J) (A1-RI2); en este último argumento, el estudiante E1 no emplea propiamente los términos volumen y temperatura (datos), aunque hace alusión implícita de ellos, de allí que se consideren como datos adecuados relativos al campo semántico en cuestión, es decir a la situación contextual del problema.

Nivel de argumentación del estudiante E2

El estudiante E2 alcanza un nivel de argumentación NA3b en el desarrollo de las tres actividades, como sea que logra identificar los datos adecuados, formular una conclusión y elaborar dos justificaciones referidas a conocimientos previos, como se aprecia en el análisis estructural de las siguientes respuestas:

- *A medida que aumenta la temperatura aumenta el gas (J1) y eso hace que aumente la presión dentro de la olla pitadora (J2)” (A3-RI4).*
- *La pelota no se desinfla (C) porque no tiene fugas (J1) y disminuyo su volumen (C) al clima (J2) y a la temperatura (J3) (A1-RI4)*
- *A mí me parece la gráfica 2 me cuerda más (C) ya que la presión aumenta (J1) y el globo aumenta su tamaño (J2) (A2-RI1)*

- *Si considero cambiar mi opinión (C) ya que al ver el experimento estoy de acuerdo con Jaime ya que al disminuir la presión aumenta el volumen del globo (J1) (A2-RI4)*

En este último razonamiento, se destaca como el estudiante E2, presenta como parte del modelo explicativo las observaciones realizadas durante el experimento de la actividad 2, permitiéndole reformular su postura y elaborar justificaciones válidas.

Nivel de argumentación del estudiante E3

El estudiante E3 alcanza un nivel de argumentación NA4 en las tres actividades desarrolladas. E3 identifica los datos adecuados (variables), formula una conclusión y elaboran justificaciones a partir de un modelo explicativo que intenta usar como respaldo, además hace uso de modalizadores como parte de la justificación (Tamayo et al, 2014), lo cual se puede apreciar en el análisis estructural de las siguientes respuestas:

Considero que Jaime tiene la razón (C), porque, es correcto decir que cuando se tapa la boquilla de jeringa y se presiona el embolo, hay presión(M), ya que, el aire no tiene por donde salir y el espacio es mínimo (J1) en cambio, al disminuir la presión (M) el globo tendrá más espacio para crecer (J2) (A2-RIC).

Desacuerdo (C), la olla convencional no retiene gas como la olla pitadora (M-J1), porque la convencional lo deja salir (J2) (A1-RIIA).

Adicionalmente se destaca, la relación que establece el estudiante E3, entre la interpretación de los gráficos de presión contra volumen y la observación del proceso de experimentación, que usa como parte del modelo explicativo en la elaboración de justificaciones durante la segunda actividad, “*la gráfica 1 (C) porque muestra la disminución de la presión y el aumento del volumen (J1), tal como pasó con el globo*” (A2-RI1); y aunque esta relación, no llega a representar un respaldo propiamente dicho en términos teóricos, sí se constituyen en evidencia empírica, que pretende proveer de validez las afirmaciones del argumento, desde una perspectiva intersubjetiva con los participantes del experimento.

6.3 RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE RESOLUCIÓN Y ARGUMENTACIÓN IDENTIFICADOS EN LOS ESTUDIANTES.

Antes de desarrollar este apartado, es importante señalar que, la esencia del presente trabajo de investigación, radica en la posibilidad de construir un puente entre el análisis de los niveles de resolución de problemas y los niveles de argumentación, que permita identificar singularidades, contrastes, y de existir, regularidades, construidas desde una mirada que integra los resultados del análisis de la información, más allá de una perspectiva puramente teórica. El objetivo específico, en este caso, está limitado por los hallazgos investigativos presentados de manera preliminar dentro de este informe; este hecho se enuncia, a propósito de la necesidad de acotar su alcance: identificar posibles relaciones entre los niveles de resolución de problemas y los niveles de argumentación, a la luz de los desempeños observados en los participantes de la Institución Educativa Nuestra Señora de Chiquinquirá. A continuación, se presentan los resultados que devienen de dicho ejercicio.

Se inicia reconociendo que no se encontraron los niveles de resolución de problemas NRP1, NRP2 y NRP3; ni los niveles de argumentación NA1, NA2a, NA2b, NA3a, NA5 y NA6, estos dos últimos, atribuibles a las condiciones discursivas de carácter escrito, dado que el uso de refutaciones o contraargumentos se favorece, especialmente cuando se presentan eventos dialógicos entre los participantes (Osborne, 2004; Manilkan, 2005, como se en citó Tamayo, 2012). En el caso de los cuatro primeros niveles de argumentación, su ausencia se puede atribuir a la naturaleza misma de las situaciones problemáticas propuestas y al nivel de escolaridad de los participantes, quienes típicamente en la clase de ciencias suelen activar este tipo de indicadores, como son: usar datos, elaborar una conclusión y al menos una justificación; en consecuencia, estar clasificados en niveles de argumentación de mayor complejidad.

De otro lado, es importante señalar que los estudiantes pueden resolver adecuadamente un problema sin llegar a elaborar justificaciones a partir de los modelos teóricos o explicativos que se usan como respaldo; es decir, usan directamente los conceptos relacionados con las leyes de los gases, sin hacer alusión explícita del respaldo ; como se puede observar en el análisis de los resultados de E1 y E2, quienes alcanzan un

nivel de resolución de problemas NRP5, frente a un nivel de argumentación NA3b, en al menos dos de las tres actividades.

Dentro de la búsqueda de singularidades, se destaca, cómo la segunda actividad propuesta, caracterizada por la formulación de hipótesis, la evaluación de razonamientos, el uso de múltiples registros de representación (pictóricos, simbólicos y gráficos), así como de experimentación, permite favorecer, tanto la resolución adecuada del problemas, como el logro de un mayor nivel de argumentación NA4 (en términos relativos al desempeño observado), pues como se evidencia, dos de los tres estudiantes obtuvieron un nivel de resolución de problemas NRP5 y en contraste un nivel de argumentación NA4, en dos de los tres participantes que desarrollaron dicha actividad.

Al confrontar el nivel de resolución de problemas NRP4, con el nivel de argumentación NA3b, se puede constatar una relación de interdependencia, que en un principio puede parecer contradictoria; ya que si bien durante la solución del problema los estudiantes elaboran justificaciones sobre las conclusiones a partir de los datos, estas justificaciones necesariamente no reflejan o explican adecuadamente la relación que se establece entre las variables, por ejemplo el estudiante E2 en la solución de la segunda actividad interrogante 1, justifica su razonamiento del interrogante central, a partir de la descripción del comportamiento de la gráfica N° 2, afirmando “A mí me parece que la gráfica 2 concuerda más, ya que la presión aumenta y el globo aumenta su tamaño (J1); es decir, a pesar de elaborar una justificación sobre el comportamiento del globo al interior de la jeringa, esta, no logra relacionar de manera adecuada las variables del problema. Cabe señalar que, en este ejemplo, se hace latente la necesidad de complementar el análisis de los niveles de argumentación con criterios de valoración que pongan en cuestión la validez del argumento, más allá de la evaluación de su estructura sintáctica (Marín, 2018).

De manera análoga, se evidencia una relación de interdependencia entre el nivel de argumentación NA4 y de resolución de problemas NRP5; muestra de ello es que, al solucionar adecuadamente un problema, los estudiantes logran identificar las variables y justificar sus modos de relación, que resultan adecuadas o ajustadas al modelo y estructura misma del problema y que permiten el establecimiento de conclusiones resolutorias; sin

embargo, no siempre las justificaciones están acompañadas de afirmaciones que modulan por completo el argumento (a modo de reserva), aunque sí de manera parcial, articulados a la justificación misma; por ejemplo el estudiante E3 en el interrogante central de la segunda actividad, modula su afirmación inicial al expresar “el aire no tiene por donde salir y el espacio es mínimo **en cambio (M) (J1)**, al disminuir la presión el globo tendrá más espacio para crecer (J1)” (A2RIC).

Con menor complejidad también se reconoce una relación interdependiente entre los procesos de uso de datos en la elaboración de argumentos y la identificación de variables en la resolución de problemas asociados con los niveles NA2a y NRP4 respectivamente.

6.4 DISCUSIÓN

La mirada entusiasta, expresada inicialmente en el planteamiento del problema, se contrapone con las tensiones propias del alcance propuesto en el diseño metodológico y especialmente en el desarrollo mismo de la investigación. En este caso, los resultados revelan un campo fecundo por explorar, en donde cada apuesta investigativa, puede revelar a lo sumo, atisbos de la compleja trama de relaciones que se tejen entre estas dos categorías analíticas, a saber, los niveles de resolución de problemas y los niveles de argumentación.

Los resultados aquí expresados, revelan algunas tensiones entre el modelo de análisis de los niveles de argumentación, centrado en un enfoque sintáctico (Tamayo, Zona y Loaiza, 2014) y los niveles de resolución de problemas (Tamayo et al, 2014), especialmente, debido a las limitantes que presenta el modelo de análisis argumentativo, para valorar el grado de validez del argumento, que hace posible establecer, por ejemplo, si las conclusiones y justificaciones se hallan relacionadas, “de tal manera que si las justificaciones son ciertas, la conclusión tenga un grado variable de certeza” (Marín, 2018, p.37). De hecho, al confrontar nuevamente los antecedentes investigativos, se observan búsquedas teóricas y metodológicas que intentan subsanar el asunto, proponiendo o formulando criterios emergentes (descriptores) para valorar la calidad de los argumentos, integrando en un mismo modelo aspectos de tipo lógico, teórico y pragmático (Marín, 2018).

Por otra parte, al centrar el análisis, en los textos escritos derivados de la carta de resolución, se constata, la observación realizada por algunos autores (Osborne (2004; Manilkan, 2005, como se citó en Tamayo, 2012), en el sentido que se hace más complejo el tránsito hacia el nivel de argumentación en el que esgrimen contraargumentos o refutaciones. Sin embargo, al comparar la elaboración de los argumentos en la carta de resolución, entre el momento preliminar en el que los estudiantes responden a la pregunta central y posterior, cuando abordan los interrogantes y sugerencias, se evidencia una mayor riqueza de los componentes sintácticos y semánticos en los argumentos elaborados; especialmente, en el espacio de reconstrucción dialógico, donde pueden confrontar su respuesta y construir una nueva, tomando como elemento, los aportes discursivos de sus compañeros.

En una confrontación con los antecedentes investigativos, es posible establecer que la identificación de relaciones de interdependencia (no causales) entre los niveles de resolución de problemas y argumentación aquí descritos, constituyen un hallazgo relevante en materia investigativa, dada su novedad, y antes que presentar certezas, ofrecen nuevos interrogantes que pueden motivar estudios posteriores, para ampliar la comprensión en la interacción de estas categorías analíticas.

De manera provisional, a la luz de los resultados es posible afirmar que los niveles de resolución de problemas y argumentación, encuentran relaciones de interdependencia en los niveles de complejidad de las demandas cognitivas que esgrimen los estudiantes al resolver un problema; así una demanda cognitiva de mayor nivel de complejidad, asociada con los procesos de argumentación, se relaciona con mayores niveles de complejidad en la demanda cognitiva presente en los procesos de resolución. Aunque hay momentos en que un estudiante puede resolver adecuadamente un problema alcanzando el máximo nivel de resolución (NRP5), sin llegar a elaborar justificaciones de los modelos teóricos o explicativos que se usan como respaldo; es decir, usan directamente los conceptos relacionados con las leyes (en este caso de los gases), sin hacer alusión explícita del respaldo, ubicándose en un nivel de argumentación intermedio (NA3b o NA4).

En cuanto a la naturaleza de los problemas propuestos, es importante señalar, si bien, son formulados atendiendo a la estructura o principios de las leyes de los gases, estos, no demandan en su resolución la declaración explícita de dichas leyes (que bien pudiesen utilizar como respaldo teórico), sino, el uso y comprensión de las relaciones entre las variables asociadas en los procesos o fenómenos de interacción; es decir, aquellas que varían, en tanto otras permanecen constantes. En este sentido es posible considerar una reformulación del contenido hacia las nociones de las leyes de los gases, dado el carácter diagnóstico de las actividades y su enfoque cualitativo.

Finalmente es pertinente y útil señalar, que la valoración de argumentos elaborados por estudiantes en el nivel de escolaridad aquí referido, debe considerar las condiciones discursivas o mejor, la carencia de un refinamiento discursivo por parte de los estudiantes, pues en muchos casos, omiten conectores lógicos, cuantificadores, adverbios etc. Un hecho muy curioso en este trabajo, es reconocer que, para los estudiantes, el tiempo verbal que se expresa de forma privilegiada es el presente, en menoscabo del uso del futuro y el pretérito; es decir, las situaciones que constituyen el contexto de los problemas propuestos, son pensadas en un continuo presente. Este hecho se hace evidente en la búsqueda infructuosa de calificadores que modularan el argumento en general (a modo de reserva).

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

En este apartado se presentan las conclusiones del proceso investigativo para responder al interrogante ¿Cuál es la relación entre los niveles de resolución de problemas y de argumentación en el estudio de las leyes de los gases en estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa Nuestra Señora de Chiquinquirá?

- ✓ En la caracterización de los niveles de resolución de problemas de los tres participantes, fue posible observar una tendencia hacia los niveles NRP4 y NRP5, que les permite resolver de manera adecuada al menos dos de las tres situaciones problémicas propuestas.
- ✓ Los estudiantes E1 y E3 alcanzan un nivel NRP4 en la primera actividad al reconocer múltiples variables del problema, sin elaborar justificaciones de las relaciones establecidas entre ellas; y un nivel NRP5 en la segunda y tercera actividad que les permite, además de identificar las variables y justificar los modos de relación, resolver adecuadamente el problema. El estudiante E2 por su parte alcanza un nivel NRP5 en la primera y tercera actividad, frente a un nivel NRP4 en la segunda.
- ✓ En la caracterización de los niveles argumentativos alcanzados por los estudiantes en el estudio de las leyes de los gases, fue posible reconocer que el estudiante E1 muestra una tendencia hacia los niveles NA3b y NA4; es así como en la primera y tercera actividad, evidencia un nivel de argumentación NA3b que le permite además de identificar los datos adecuados y formular una conclusión, elaborar dos o más justificaciones referidas a los datos o conocimiento previo. En la segunda actividad E1 además de identificar los datos adecuados y formular una conclusión, logra elaborar justificaciones a partir de los modelos teóricos o explicativos que usa como respaldo, haciendo uso de modalizadores integrados a la justificación. De forma complementaria los estudiantes E2 y E3 se pueden clasificar en un nivel de

argumentación NA3b y NA4 respectivamente, dado que muestran un desempeño homogéneo en las tres actividades desarrolladas.

- ✓ A la luz de los resultados es posible constatar la existencia de una relación de interdependencia (no causal) entre los niveles de resolución de problemas y argumentación; por ejemplo, entre los niveles NRP4 y NA3b y de forma análoga NA4 y NRP5; es decir, la activación de criterios o elementos recíprocos, dados de forma simultánea en los procesos de resolución de problemas y elaboración de argumentos.
- ✓ De forma general se puede afirmar que los niveles de resolución de problemas y argumentación, encuentran relaciones de interdependencia en los niveles de complejidad de las demandas cognitivas que esgrimen los estudiantes al resolver un problema; así una demanda cognitiva de mayor nivel de complejidad, asociada con los procesos de argumentación, se relaciona con mayores niveles de complejidad en la demanda cognitiva presente en los procesos de resolución.
- ✓ De otro lado, es importante destacar que el uso de cartas de resolución de problemas como estrategia metodológica, contribuye positivamente tanto a los procesos de resolución de problemas como de argumentación, aunque es necesario promover espacios dialógicos, que permitan centrar el análisis en la oralidad, con el propósito de privilegiar la elaboración de contraargumentos o refutaciones que favorecen el tránsito de los estudiantes hacia mayores niveles de argumentación.
- ✓ Aun centrando el análisis en los textos escritos, en esta investigación se constata como el espacio de reconstrucción dialógico promueve una mayor riqueza de los componentes sintácticos y semánticos de los argumentos elaborados por los estudiantes, pues permite que estos, puedan confrontar sus respuestas y construir nuevas, tomando como base los interrogantes y recomendaciones sugeridos en la carta de resolución, además de los aportes discursivos de sus compañeros.

7.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Desde el rol de docente investigadora, encuentro que el área de ciencias naturales (química), debe reajustar su enfoque metodológico, en procura de estimular el desarrollo de competencias científicas en el entorno escolar que vaya más allá de la pura memorización de conceptos, sin una verdadera exploración de los saberes previos de los estudiantes, así como el establecimiento de un campo de significación; donde la articulación de los procesos de resolución de problemas y argumentación pueden representar un terreno fecundo.
- ✓ Dentro del inventario de cuestiones abiertas en términos investigativos, es necesario profundizar en la búsqueda de modelos teóricos y metodológicos que integren en una mirada tanto los niveles de argumentación como la calidad de los argumentos, es decir un enfoque donde simultáneamente se establezcan criterios de evaluación de los argumentos para definir el nivel de argumentación.
- ✓ En cuanto a la naturaleza de los problemas formulados, es importante señalar que los problemas que integran la formulación de hipótesis, la evaluación de razonamientos, el uso de múltiples registros de representación (pictóricos, simbólicos y gráficos), así como la experimentación, favorece tanto la resolución adecuada del problema, como el logro de un mayor nivel de argumentación; por lo cual, se sugiere integrar estos elementos en nuevas propuestas de investigación.
- ✓ Esta investigación, constituye apenas un caso entre múltiples apuestas que intentan aportar a la comprensión de estas dos categorías de análisis, los niveles de argumentación y niveles de resolución de problemas; más allá de lo pretencioso de sus objetivos y modesto de sus resultados, ofrece una oportunidad a la comunidad académica de la Institución educativa Nuestra Señora de Chiquinquirá, para involucrarse en procesos de cualificación docente, pues cada vez que se piensa en argumentación, se cree erróneamente que es competencia exclusiva del docente de lenguaje, desconociendo el papel preponderante del equipo de ciencias naturales y factuales, en el desarrollo de las competencias asociadas a estos dos procesos.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, O; Téllez, V. Prácticas de laboratorio sobre la conservación de la energía: una estrategia didáctica ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA) para fortalecer los niveles de argumentación. Recuperado de:
<http://repositorio.autonoma.edu.co/xmlui/handle/11182/875?show=full>
- Archila, P. A. (2014). La argumentación en la formación de profesores de química: relaciones con la comprensión de la historia de la química. *Revista científica*. 0124(18), 50-66.
- Betancourt, Y; Berrio, N. 2018. Fortalecimiento de los niveles argumentativos en torno al enlace químico utilizando laboratorios virtuales (Crocodile Chemistry y Chem Office 2002), en estudiantes del grado décimo de la institución educativa Santa Teresa. Recuperado de: <http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/handle/11182/808>
- Cáceres, A. 2018. Desarrollo de los niveles argumentativos sobre la densidad de la materia en estudiantes de básica secundaria. Recuperado:
<http://repositorio.autonoma.edu.co/xmlui/handle/11182/878?locale-attribute=en>
- Contreras, L. C. (1987). *La resolución de problemas, ¿una panacea metodológica?*. Enseñanza de las ciencias. Vol. 5 (1). p 49-52
- Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms, *Science Education*, 84(3), 287-312, 2000. Recuperado: Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms (wiley.com)
- Erduran. and M. P. Jiménez-Aleixandre. (Eds.). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. New York:Springer.
- García, J. (2003). *Didáctica de las ciencias. Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad*.
- Galagovsky, Lydia R. (2007). *Enseñar química vs. Aprender química: una ecuación que no está balanceada*. Química Viva, vol. 6, núm. Universidad de Buenos Aires Buenos Aires, Argentina.

- Garret, A. B. (1988). Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 6 (3). p, 224-230.
- Garro. 2017. La argumentación en la enseñanza y aprendizaje en torno al concepto unidad de medida mediante la elaboración de productos alimenticios. Recuperado de: <http://repositorio.autonoma.edu.co/xmlui/handle/11182/689>
- Gómez, (2018) Aprendizaje del concepto de reacciones químicas mediante el modelo de resolución de problemas en los estudiantes de la UCM. Recuperado de: <http://repositorio.autonoma.edu.co/xmlui/handle/11182/765>.
- Henaó (2013) Enseñanza y aprendizaje del concepto naturaleza de la materia mediante el aprendizaje basado en problemas. Recuperado de: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/unip/article/view/21335>
- Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. (2004) *Metodología de la investigación*. México. McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de: <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2017/03/Metodologia-de-la-Investigacion.pdf>
- Herrera, M. 2016. Fortalecimiento de la argumentación mediante el desarrollo de prácticas de laboratorio en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la química. Recuperado de: <http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/handle/11182/646>
- ICFES (2016) Reporte de resultados históricos por institución. Recuperado de: <http://www2.icfesinteractivo.gov.co/ReportesSaber359/consultaReporteEstablecimiento.jsp>
- Jessup, M. 1998. Resolución de problemas y enseñanza de las ciencias naturales. TEA. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*, (3), pp.41-52. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51330> [Consulta: 13-05-2021].
- Jiménez Aleixandre, M.P, Bugallo Rodríguez, A. Y Duschl, R. (1997). *Argument in High School Genetics*. Paper presented at the NARST meeting, Chicago.
- Jiménez-Aleixandre, M.P. (2007). Designing Argumentation Learning Environments. In S.

- López, G. 2018. Desarrollo de la argumentación a través del aprendizaje de disoluciones químicas. Recuperado de:
http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/815/1/Desarrollo_argumentaci%C3%B3n_aprendizaje_disoluciones_qu%C3%ADmicas.pdf
- Marín (2018) Desarrollo de la habilidad argumentativa, mediado por el diseño y aplicación de una unidad didáctica sobre modelos atómicos, en estudiantes de grado 7 de la Institución Educativa Agustín Nieto Caballero (Dosquebradas, Risaralda).
Recuperado: <http://repositorio.autonoma.edu.co/xmlui/handle/11182/784>
- Ministerio de Educación Nacional (2006). *Estándares Básicos de Competencias Matemáticas*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Montaño, J. M. y Padilla, M, K. (2020). Implementación y evaluación de la habilidad de argumentación en las clases de química del bachillerato. *Educación Química*. Vol 31(2), 51-68.
- Olaya, F. 2017. Desarrollo de procesos argumentativos desde las prácticas de laboratorio sobre reacciones químicas. Recuperado de:
http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/732/1/Desarrollo_procesos_argumentativos_pr%C3%A1cticas_laboratorio_reacciones_qu%C3%ADmicas.pdf
- Ordoñez, L. 2018. Relaciones entre los modelos argumentativos y los modelos explicativos en estudiantes de grado 10° frente al concepto de reacciones oxido-reducción.
Recuperado de: <http://repositorio.autonoma.edu.co/handle/11182/888>
- Orrego, M, Tamayo, O y Ruiz, F. (2016). *Unidades didácticas para la enseñanza de las ciencias*. Manizales, Colombia. Ed: Universidad Autónoma de Manizales.
- Osborne, J () Hacia una pedagogía más social en la educación científica: el papel de la argumentación. Recuperado de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X18300223>
- Osorio, F. Palma, E. 2018. Desarrollo de habilidades argumentativas y apropiación conceptual sobre “la materia” a través de los experimentos discrepantes en los

- estudiantes de grado sexto de la I. E El placer. Recuperado de:
<http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/handle/11182/780>
- Polya, G. (1965) *Como plantear y resolver problemas*. Recuperado de
<https://cienciaymatematicas.files.wordpress.com/2012/09/como-resolver.pdf>
- Rache, J. M., Penagos, M. A. y Sanabria, Q. A. (2009). Algunas reflexiones sobre la enseñanza de la Ley de Boyle desde la perspectiva molar y molecular propuesta por Jensen utilizando la resolución de problemas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED No. Extraordinario. 4º Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Relf F. 1983. How can chemists teach problem solving?: suggestions derived from studies el cognitive process. *Journal of Chemical Education*. Vol. 60, No. 11; pgs. 948 – 953.
- Ruiz, F. J., Tamayo, O. E. y Márquez, C. (2015). *La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza*. *Educação e Pesquisa: Revista da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo*. Vol 41 (3). p 629 -646
- SARDÀ, Ana; SANMARTÍ, Neus. Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencia, Barcelona*, v. 18, p. 3, p. 405-422. 2000.
Recuperado de:
<https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v18n3/02124521v18n3p405.pdf>
- Sarzosa, E. Z., Pérez, L. Á. M. (2017). Situaciones didácticas para el aprendizaje de la argumentación en Química. *Educere*, vol. 21, núm. 70, p. 593-610. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Sigüenza Molina, Agustín Francisco; Sáez, M^a J. «Análisis de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de la biología». *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, [en línea], 1990, Vol. 8, n.º 3, pp. 223-30, h
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical problem solving*. Recuperado de
<https://www.pdfdrive.com/mathematical-problem-solving-d34337130.html>

- Toulmin, S. (1958). Los usos de la argumentación (Morrás, M y Pineda, V, Tras.). Ediciones Península. (Obra original publicada en 1958). Cambridge University Press.
- Tamayo, O; Zona, J, Loaiza, Y. (2014) *Pensamiento crítico en el aula de ciencias*. Manizales, Colombia, Ed: Universidad de Caldas.
- Velásquez, A. 2018. Niveles argumentativos y representaciones de los estudiantes sobre disoluciones químicas. Recuperado de:
<http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/handle/11182/864>
- Villalobos, Ávila y Olivares (2016) Aprendizaje basado en problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria. Recuperado en:
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v21n69/1405-6666-rmie-21-69-00557.pdf>

Anexos

Anexo A Instrumento diagnóstico

Carta de resolución de resolución de problemas y argumentación.

Recibe un saludo de parte de tu profesora de química, las sugerencias e interrogantes presentados en esta carta te pueden ayudar a mejorar tu habilidad para solucionar problemas y argumentar.

Propósitos: Reconocer los saberes previos relacionados con el estudio de las leyes de los gases.

Actividad N°1

Enunciado problémico:

Una familia decide viajar desde Roldanillo hacía Buga (dos ciudades con la misma presión atmosférica) para disputar un partido de voleibol. A las 12 del día parten de Roldanillo y al llegar a su destino a las 6 de la tarde, observan que los balones de plástico que traen desde su casa han disminuido su tamaño, revisan y descartan una posible fuga de aire. El padre molesto con los hijos los responsabiliza de esta situación, a pesar de que ellos, ni otra persona los ha manipulado durante el recorrido (experimentaron un viaje “tranquilo”).

IC: ¿Consideras que es justo el reclamo del padre?, ¿Por qué?

Si no logras identificar o elabora una solución para el problema, te puedes apoyar en las siguientes recomendaciones (sugerencias e interrogantes):

Sugerencia 1. Dibuja la situación que experimentan los balones considerando los dos momentos indicados en la siguiente tabla.

Antes (en la casa)

Después (en la ciudad de destino)

Interrogante 1. Con base en tu dibujo responde: ¿Qué magnitud o magnitudes consideras que han cambiado?, ¿Por qué?

Interrogante 2. Si nadie ha tocado los balones, ni han sido golpeados, ni presentan escapes o fugas de aire ¿Cómo explicas el cambio en la o las magnitudes del interrogante anterior?

Espacio de reconstrucción dialógico

Sugerencia 2. Socializa con tus compañeros las respuestas obtenidas de forma individual, dialoga con ellos (as) y responde:

Interrogante 3 ¿Con cuál(es) de tus compañeros no estás de acuerdo?, ¿Por qué?

Interrogante 4 ¿Considerarías cambiar de opinión?, ¿Por qué?

Actividad N°2

Recibe un saludo de parte de tu profesora de química, las sugerencias e interrogantes presentados en esta carta te pueden ayudar a mejorar tu habilidad para solucionar problemas y argumentar.

Propósitos: Reconocer los elementos fundamentales de la Ley de Boyle.

Enunciado problémico:



Observa la siguiente imagen y responde el interrogante:

En la imagen una persona comprime y descomprime una jeringa con un pequeño globo en su interior, presionando el embolo y tapando la boquilla simultáneamente. Martha y Jaime observan esta situación. Martha afirma que “al aumentar la presión al interior de la jeringa el volumen del globo también aumenta”, mientras que Jaime considera que “el volumen del globo aumenta si la presión dentro de la jeringa disminuye”.

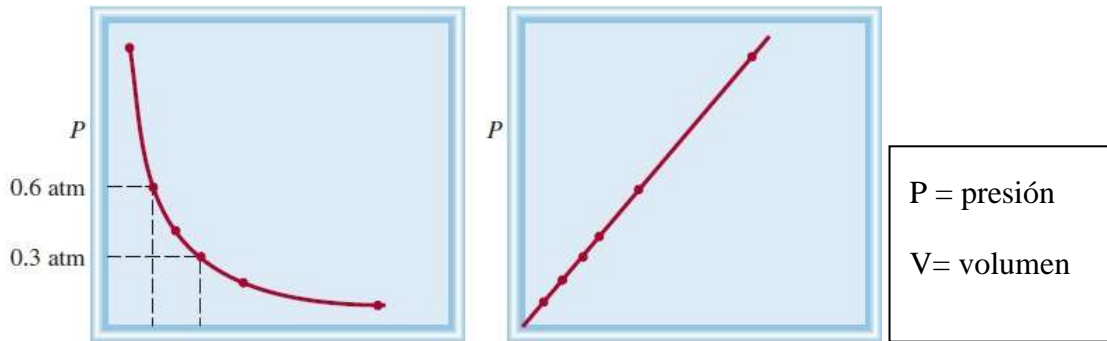
IC: ¿Quién crees que tiene la razón?, ¿Por qué?

Si no logras identificar o elabora una solución para el problema, te puedes apoyar en las siguientes recomendaciones (sugerencias e interrogantes):

Sugerencia 1. A partir de las hipótesis formuladas en el punto anterior realiza el proceso de experimentación.

Materiales: Jeringa y globo pequeño

Procedimiento: Inflar un poco el globo e introducirlo en la jeringa, ubicando nuevamente el embolo. Aplica un poco de fuerza al embolo para comprimirlo y descomprimirlo mientras tapas la boquilla.



Interrogante 1. Con base en el comportamiento observado en el anterior experimento responde: ¿Cuál de las siguientes gráficas se ajustan mejor a la situación observada en el experimento? Justifica tu respuesta.

Interrogante 2: Evalúa nuevamente ¿Quién crees que tiene la razón, Martha o Jaime?, ¿Por qué?

V

V

Espacio de reconstrucción dialógico.

Sugerencia 3. Socializa con tus compañeros las respuestas obtenidas de forma individual, dialoga con ellos (as) y responde:

Interrogante 3 ¿Con cuál(es) de tus compañeros no estás de acuerdo?, ¿Por qué?

Interrogante 4 ¿Considerarías cambiar de opinión?, ¿Por qué?

Actividad N° 3

Enunciado problémico:

En el contexto colombiano, es usual el término de “Olla pitadora” para hacer referencia a una olla Express. Tradicionalmente se utiliza para cocinar algunas legumbres (como frijoles, arvejas y garbanzos) y carnes.

Juan es el mayor de tres hermanos y cuida de ellos, además de estudiar, trabaja haciendo domicilios, por lo que debe aprovechar al máximo su tiempo. El sábado antes de salir a trabajar discutía con su hermano alrededor del interrogante

IC: ¿En qué olla resultaría más conveniente cocinar los frijoles, en la olla pitadora o en una olla convencional (normal)?, ¿Por qué?

(Considera el supuesto de que en cada olla, había una cantidad proporcional de agua y de alimento a cocinar).

Si no logras identificar una solución para el problema, te puedes apoyar en las siguientes recomendaciones (sugerencias e interrogantes):

Sugerencia 1.

Evalúa las siguientes afirmaciones y establece si estás de acuerdo o en desacuerdo, enunciado ¿Por qué?

Afirmación

De acuerdo

Desacuerdo

¿Por qué?

1.a La presión del gas dentro de la olla pitadora y la olla convencional es la misma.

1. b El volumen del gas dentro de la olla pitadora permanece constante en tanto que en la olla convencional el volumen del gas aumenta.

1.c A medida que aumenta la temperatura del gas en la olla pitadora, la presión también aumenta.

Interrogante 2. Considera nuevamente el interrogante ¿En qué olla resultaría más conveniente cocinar los frijoles, en la olla pitadora o en una olla convencional (normal)?, ¿Por qué?

Espacio de reconstrucción dialógico

Sugerencia 2. Socializa con tus compañeros las respuestas obtenidas de forma individual, dialoga con ellos (as) y responde:

Interrogante 3 ¿Con cuál(es) de tus compañeros no estás de acuerdo?, ¿Por qué?

Interrogante 4 ¿Considerarías cambiar de opinión?, ¿Por qué?

Anexo B Instrumentos de análisis

Estudiante ____

Código	Interrogante	Desempeño especifico	Indicadores movilizados	Observación
RIC				
RIA1...				

Dado que cada actividad involucra una situación problémica de naturaleza cualitativa con un interrogante central en la sistematización se diferencia respuesta inicial del estudiante, de aquella que elabora a partir de las sugerencias e interrogantes que se presentan en la carta de resolución.

Anexo C Consentimiento informado

Consentimiento informado para la participación de menores

Institución Educativa Nuestra Señora de Chiquinquirá

Sede: Central

En mi calidad de acudiente del o la estudiante:

_____, autorizo su participación en la fase de intervención del proyecto de investigación denominado: **Resolución de problemas y argumentación en el estudio de las leyes de los gases.**

Esta autorización está sujeta a las restricciones legales dispuestas en la Ley de infancia y adolescencia, por tanto, espero que el manejo de los datos y evidencias sean tratados conforme a la misma.

Atentamente,

Nombres y apellidos del acudiente:

Firma: _____

CC

Fecha: D ____ M ____ A ____