

# INCIDENCIA DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA, BASADA EN REPRESENTACIONES MÚLTIPLES, PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA COMPETENCIA ARGUMENTATIVA EN ESTUDIANTES DE BÁSICA SECUNDARIA<sup>a</sup>

## INCIDENCE OF A DIDACTIC SEQUENCE, BASED ON MULTIPLE REPRESENTATIONS, FOR THE STRENGTHENING OF ARGUMENTATIVE COMPETENCE IN HIGH SCHOOL STUDENTS

GUSTAVO ADOLFO BONILLA PÉREZ<sup>b</sup>, JAIRO LUIS ROMERO ACOSTA<sup>c</sup>

Recibido 14-10-2017, aceptado 21-11-2017, versión final 26-11-2017.

Artículo Investigación

**RESUMEN:** El presente artículo; busca identificar la manera en la que una secuencia didáctica, basada en la implementación de representaciones múltiples, puede incidir en el fortalecimiento de la competencia argumentativa en estudiantes de básica secundaria. La fundamentación metodológica sobre la que se sustenta la investigación, tiene en cuenta el enfoque mixto como perspectiva que orienta adecuadamente el ejercicio investigativo en el campo de la educación. Teniendo en cuenta lo anterior, se realiza un proceso de intervención pedagógica relacionado con la ley general de gases ideales, a través de la ejecución de los elementos presentados en el ciclo didáctico con enfoque investigativo y con la aplicación de un pretest y postest. Las técnicas a utilizar para el proceso de intervención son la observación participante, el grupo de discusión y la encuesta. De manera específica, se retoman como instrumentos para la recolección de información; la entrevista focalizada, entrevista semiestructurada y la guía de preguntas. La unidad de trabajo corresponde a 36 estudiantes –de 240, seis estudiantes por cada grupo de 9°– de la básica secundaria pertenecientes a las Instituciones Educativas Ciudadela Nuevo Occidente, ubicada en la comuna 60 y El Corazón, situada en la comuna 13; ambas de la Ciudad de Medellín.

**PALABRAS CLAVE:** Aprendizaje a profundidad; argumentación; competencias en Ciencias Naturales; ley general de gases ideales; representaciones múltiples.

---

<sup>a</sup>Bonilla, G. & Romero, J. (2018). Incidencia de una secuencia didáctica, basada en representaciones múltiples, para el fortalecimiento de la competencia argumentativa en estudiantes de básica secundaria. *Rev. Fac. Cienc.*, 7(1), 56–70. DOI: <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v7n1.68306>

<sup>b</sup>Estudiante Maestría en Educación, Universidad de Medellín. Licenciado en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad de Antioquia. Docente de Ciencias Naturales en la Institución Educativa el Corazón. [tavobon@yahoo.com](mailto:tavobon@yahoo.com)

<sup>c</sup>Estudiante Maestría en Educación, Universidad de Medellín. Licenciado en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad de Antioquia. Docente de Ciencias Naturales en la Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente. [jaroaco27@yahoo.es](mailto:jaroaco27@yahoo.es)

**ABSTRACT:** The present article; seeks to identify the way in which a didactic sequence, based on the implementation of multiple representations, can have an impact on the strengthening of the argumentative competence in basic secondary school students. The methodological foundation on which is based the research, taking into account the mixed approach as a perspective that properly oriented, the exercise of research in the field of education. In view of the above, it performs a process of pedagogical intervention related to the general law of ideal gases, through the implementation of the elements presented in the didactic cycle with a research approach and with the application of a pretest and posttest. The techniques to be used for the process of intervention are the participant observation, the discussion group and the survey. Specifically, as instruments for the collection of information; the interview focused, semi-structured interview and the questions guide. The unit of work corresponds to 36 students –240, six students per each group of 9°– the basic secondary educational institutions belonging to the Citadel New West, located in the Commune 60 and The Heart, located in the commune 13; both in the city of Medellín.

**KEYWORDS:** Learning in depth; argumentation; competences in Natural Sciences; general law of ideal gases; multiple representations.

## 1. INTRODUCCIÓN

Diversas investigaciones se han realizado a lo largo de los últimos años en el campo de las competencias generales de aprendizaje: interpretativa, propositiva y argumentativa, al igual que el estudio sobre las representaciones múltiples que utilizan los docentes para la enseñanza de las ciencias, como aquellas que manejan los estudiantes en su proceso de aprendizaje. En este caso en particular, se ha centrado la atención en conocer la incidencia de una secuencia didáctica orientada a la implementación de representaciones múltiples en el fortalecimiento de la competencia argumentativa en estudiantes de básica secundaria. Esta investigación, se desarrolló dentro del plan curricular propuesto en Ciencias Naturales para las Instituciones Educativas Ciudadela Nuevo Occidente y El Corazón, las cuales se encuentran ubicadas en las comunas 60 y 13 respectivamente de Medellín. Esta investigación contó con la participación de estudiantes de noveno grado, que tienen entre 14 y 15 años y fue ejecutada durante el curso escolar correspondiente a 2017.

El marco metodológico contempla un enfoque de investigación mixta, en tanto agrega complejidad al estudio, permite obtener mejores evidencias y facilita analizar el fortalecimiento de la competencia argumentativa en Ciencias Naturales durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. El desarrollo de la intervención se realiza a través de la implementación del ciclo didáctico como la propuesta de enseñanza que canalizará los conceptos relacionados con la ley general de gases ideales, además de situaciones problemáticas, los cuales facilitarán un aprendizaje más cercano a las ciencias.

## 2. ANTECEDENTES

El concepto de argumentación ha sido abordado desde hace muchos años; algunos sofistas y personajes como Sócrates con el método de la mayéutica, Platón quien le atribuye a la argumentación la propiedad de

ser utilizado para defender o atacar una tesis. Por su parte, Aristóteles, realiza su aporte desde el análisis del estudio de la lógica formal –inferencia, lenguaje formal, sistema deductivo–. En definitiva, la argumentación, aunque antigua como la misma humanidad, cada vez toma más importancia para las comunidades académicas; de ahí que se presenten múltiples investigaciones en el campo educativo con el fin de movilizar procesos cognitivos, transformar prácticas docentes y acercar a los estudiantes a un aprendizaje a profundidad.

A continuación, se ven otros avances de la argumentación en Europa central.

A comienzos de los cincuenta (1952), Perelman & Olbrechts (1989), iniciaron la creación de una arraigada disciplina conocida como la teoría de la argumentación –método argumentativo justificativo–. Hacia 1958, Perelman & Olbrechts (1989); introducen la argumentación retórica, donde toma importancia las verdades probables –expresarse de buena manera para persuadir al público–. En 1958 Stephen Toulmin (Toulmin, 2007), se apodera de este concepto en la modernidad y logra llevarlo como un elemento a destacar en el campo educativo y especialmente en el estudio, comprensión y análisis de las ciencias.

Más adelante, ya en 1984, Rieke y Janik, en compañía de Toulmin (Toulmin *et al.*, 1984), ahondan en el modelo argumental propuesto por este último, determinando una serie de pasos, reglas y elementos que pueden ser establecidos en cualquier área o lugar donde se lleve a cabo el debate, en el caso actual; los docentes pueden utilizarlo para desarrollar en el estudiante, la capacidad de análisis, el uso de un lenguaje apropiado, el aprendizaje y la argumentación. En esta misma perspectiva, Finkel (1996), dentro de sus estudios comienza a darle importancia a la solución de situaciones problemáticas con el fin de determinar el avance cognitivo y metacognitivo de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje en genética.

Jiménez (1998), establece que la argumentación es una competencia que se debe trabajar y potenciar a nivel educativo en todos sus niveles; en el caso particular, en estudiantes del grado 9°.

Otros autores como Duschl & Osborne (2002), puntualizan sobre la importancia de la enseñanza de la argumentación como mecanismos activos que permitan llegar a la construcción de modelos conceptuales, la metacognición y el uso de un lenguaje más cercano a la ciencia. Osborne *et al.* (2004), resalta el valor del proceso argumentativo dentro de la enseñanza-aprendizaje de conceptos científicos, permitiendo el desarrollo de competencias cognitivas. Leitaó (2000) y Erduran (2000), consideran como relevante, el proceso argumentativo en la producción de conocimiento.

Por otro lado, Cardona (2008) escribe: “entre las estrategias para apoyar y facilitar la argumentación en las clases de ciencias, se encuentra la solución de problemas”. Ruiz *et al.* (2015), exponen sobre cómo promover la práctica argumentativa en las clases de ciencias.

En conclusión, la argumentación hace parte de múltiples disciplinas que tienen por eje central el discurso, sobre todo la educativa, donde la pedagogía permite transformar de forma radical la práctica didáctica, como método que logre dirigir el proceso enseñanza-aprendizaje de forma pertinente. De acuerdo a lo anterior, no puede estar por fuera, obviamente, la enseñanza de las Ciencias Naturales en su componente Químico –gases ideales– desde el enfoque argumentativo, cuyo propósito es implementar estrategias pedagógicas que permitan el discurso, la socialización, el uso de lenguaje más cercano a las ciencias, el conocimiento a profundidad y la metacognición.

### 3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación, toma importancia en tanto permite reconocer la competencia argumentativa como aspecto relevante en el pensamiento científico, determina la incidencia de las representaciones múltiples para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje y lograría determinar rutas pedagógicas para alcanzar un aprendizaje a profundidad en ciencias. Así, la argumentación, es una de las principales competencias que el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental se propone desarrollar durante el proceso formativo de los estudiantes en educación básica, porque su establecimiento contribuirá a formar estudiantes más críticos, propositivos y de conocimientos significativos, a la vez que impulsa a los docentes a innovar el escenario, la pedagogía y la didáctica a la hora de enseñar ciencias.

Por otro lado, aporta elementos concretos a la hora de abordar la temática de gases ideales, rompiendo los esquemas de las clases puramente tradicionales y descontextualizadas, en espacios para la disertación, además de la utilización de situaciones problémicas y estrategias multimodales que enriquecerán y facilitarán el aprendizaje del tema.

Con respecto a la finalidad de esta investigación, resulta de gran importancia tener claro que el fortalecimiento del pensamiento científico es un componente fundamental del desarrollo integral humano y que, además, es inherente a la cultura. De acuerdo a lo anterior y con los lineamientos curriculares de Ciencias Naturales del Ministerio de Educación Nacional (MEN, 1998), “la educación en ciencias y en tecnología tiene como finalidad central el desarrollo del pensamiento científico, como herramienta clave para desempeñarse con éxito en un mundo fuertemente impregnado por la ciencia y la tecnología”.

Por lo tanto, esta investigación es pertinente porque pretende mejorar la argumentación en tanto permite desarrollar habilidades de pensamiento en los estudiantes como la comprensión, el análisis, la síntesis, entre otras, tal y como ya se había dicho en líneas anteriores. Es claro entonces, que el conocimiento como co-construcción demanda procesos dialógicos y así mismo, tanto estudiantes como docentes fundamentarán sus procesos en las representaciones múltiples, a partir de las cuales, se puede establecer el fortalecimiento de la argumentación como competencia de orden superior, permitiendo facilitar el aprendizaje a profundidad

de temas científicos a la vez que afianza la metacognición.

Finalmente, con el objetivo de consolidar la competencia argumentativa, a través de representaciones múltiples utilizando el tema de la ley general de gases ideales, se llevará a cabo una secuencia didáctica; que a través de sus etapas permitirá establecer las ideas previas de los estudiantes y a partir de ellas, estructurar la intervención del aula y evaluar al finalizar el proceso, el nivel argumentativo adquirido por los 36 estudiantes que conformarán el grupo objeto de estudio de ambas instituciones –Ciudadela Nuevo Occidente y El Corazón–.

## 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 4.1. Resultados pruebas saber

De acuerdo a la información suministrada en la Figura 1, donde se presentan los resultados de las pruebas saber 9°, en el área de Ciencias Naturales para el año 2012 y 2014; se puede establecer que el desempeño insuficiente incrementó; por lo que una mayor cantidad de estudiantes no poseen las competencias mínimas. En el desempeño mínimo, también aumentó el número de estudiantes, quienes en el 2012 estaban en un desempeño satisfactorio o avanzado. Por consiguiente, en el nivel satisfactorio se visualiza una disminución considerable de los estudiantes con fortaleza en competencias del área, así mismo; se reduce el desempeño y el número de estudiantes con desempeño avanzado.

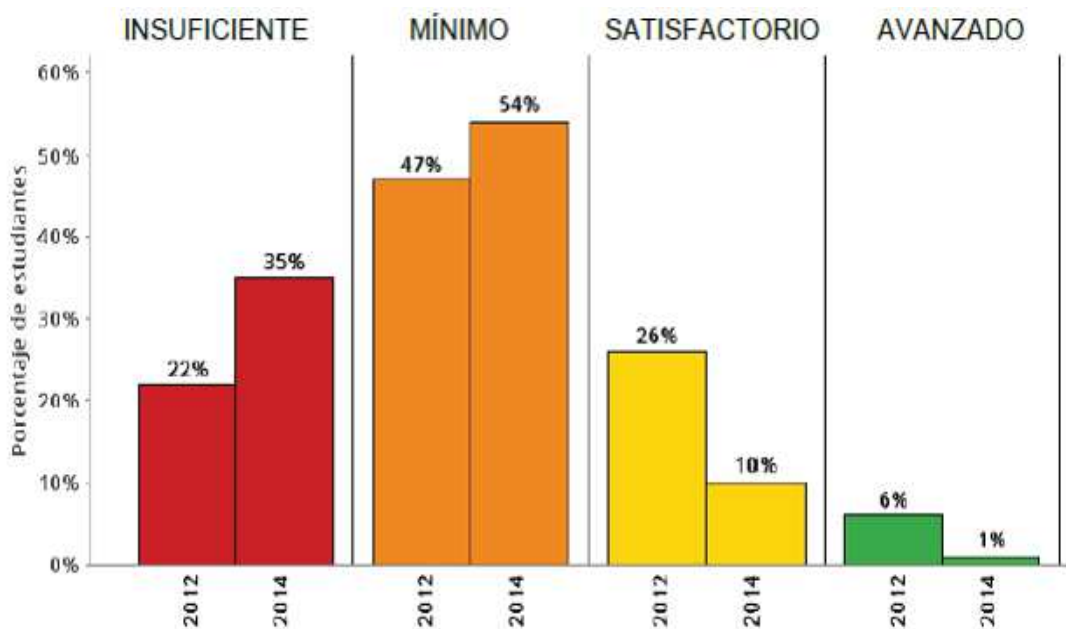


Figura 1: Resultados según nivel de desempeño por año en Ciencias Naturales (2012 y 2014). Fuente: icfesinteractivo.gov.co

## 4.2. La formación en ciencias y la argumentación

De acuerdo con la práctica educativa, parece ser que los estudiantes son escépticos a aprender ciencias. No obstante, la argumentación es una de las competencias básicas a fortalecer en la escuela como elemento importante que permite hacer ciencia mientras facilita vivir en sociedad puesto que enriquece el lenguaje, facilita la comunicación y moldea comportamientos. Es la argumentación una competencia que al hacer uso de ella, posibilita relaciones con los demás y comprender la cotidianidad. De acuerdo con el ICFES (2007) “así, las competencias generales básicas –interpretar, argumentar y proponer– que son competencias inherentes a toda comunicación, adquieren formas especializadas en el dominio de cada rama del saber”.

La argumentación en ciencias es un proceso que se desarrolla de forma dialógica entre los estudiantes y entre estudiantes y docente, de igual forma, es una herramienta fundamental para comprender temas y conceptos de forma significativa, es una competencia que debe asumirse de forma explícita en el proceso enseñanza-aprendizaje. Las aulas de clase, se deben convertir en espacios científicos abiertos tanto para las historias de vida de los estudiantes, sus modelos mentales y motivaciones, como para la construcción de conocimiento científico.

En Ciencias Naturales, en el componente químico, la ley general de gases ideales, es un tema de gran interés, en cuanto permite explicar fenómenos de la cotidianidad y obtener de ellos múltiples aplicaciones que facilitan la vida del ser humano. Sin embargo, la matematización del tema, estructurado sólo para realizar ejercicios de índole numérico, hace que los estudiantes sean renuentes a aprenderlo y sólo comprendan la forma mecánica de resolverlo. Dichas características del enfoque metodológico, no permiten procesos de aprendizaje a profundidad por parte de los estudiantes, puesto que sólo se busca una respuesta cuantitativa, sin estimular al estudiante a una respuesta de tipo cualitativo.

La enseñanza-aprendizaje de la ley general de los gases ideales es de gran importancia, puesto que tiene múltiples aplicaciones en la vida cotidiana, más que los mismos sólidos y líquidos, y va desde la cocina de los hogares hasta la medicina, como elementos fundamentales para mantener la vida.

De acuerdo a lo anterior, se tiene como problemática pedagógica a la forma como se lleva a cabo el proceso de enseñanza, a la metodología, en cuanto se imparte una ciencia positivista, en cuanto a los instrumentos o herramientas utilizadas para alcanzar conocimientos a profundidad y en cuanto al papel que debe jugar el estudiante en su proceso de aprendizaje, puesto que es necesaria la estructuración de situaciones problemáticas para que se enfrenten a contextos de análisis, de argumentación y que exijan la metacognición.

Finalmente, la argumentación como competencia de orden superior, permite llegar a aprendizajes a profundidad, invita a transformar la práctica pedagógica, estructurar nuevos escenarios e instrumentos para el aprendizaje. Así, en las Instituciones Educativas Ciudadela Nuevo Occidente y el Corazón, se investigará la pertinencia de fortalecer la argumentación desde las representaciones múltiples y a partir de la ley general

de gases ideales, que posibiliten mejorar los desempeños de los estudiantes en el área de Ciencias Naturales.

## 5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la incidencia de la implementación de una secuencia didáctica, basada en representaciones múltiples sobre la temática gases ideales, en el fortalecimiento de la competencia argumentativa en estudiantes de básica secundaria?

## 6. OBJETIVOS

### 6.1. Objetivo general

Conocer la incidencia de la implementación de una secuencia didáctica basada en representaciones múltiples sobre la temática gases ideales, en el fortalecimiento de la competencia argumentativa en estudiantes de básica secundaria.

### 6.2. Objetivos específicos

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

## 7. MARCO CONCEPTUAL

### 7.1. Aprendizaje a profundidad

En la actualidad, las corrientes pedagógicas argumentan que el aprendizaje en cualquier área del saber, va más lejos del simple hecho de adquirir conocimiento en un tema particular, realizar procedimientos u obtener buenos desempeños en evaluaciones estandarizadas. El aprendizaje a profundidad, traspasa las paredes de los centros educativos, puesto que en ese momento, se integra a la estructura cognitiva de los estudiantes y transforman sus habilidades de pensamiento, siendo más críticos y propositivos a la hora de resolver problemas reales. No obstante, para alcanzar el aprendizaje profundo, las prácticas pedagógicas deben estar fundamentadas sobre la transversalidad del saber y su relación intrínseca con la realidad misma del contexto



donde vive el estudiante.

En el mismo sentido, el aprendizaje profundo se obtiene en la medida en que el estudiante cuente con una motivación intrínseca por los nuevos aprendizajes y se inscriba en el rol constructivista, lo cual, también se encuentra sujeto a la creatividad y la motivación por parte del docente a la hora de abordar un tema específico. Parafraseando a Ortega & Hernández (2015), el aprendizaje profundo es el producto de un proceso intra e interpersonal, puesto que se da a partir de actividades dialógicas y como construcción de sujetos permeados por experiencias de vida, lo cultural y lo académico. En otras palabras, es importante que la educación esté centrada en el aprendizaje, en el estudiante y no, centrada en la enseñanza.

## 7.2. La argumentación en el aprendizaje de las ciencias

Driver *et al.* (2000) y Duschl & Gitomer (1997), citados por Jiménez & Díaz (2003) consideran que la argumentación es “la capacidad de relacionar datos y conclusiones, de evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes”. Esta capacidad, implica algunos otros ejercicios no menos complejos como establecer relación entre diferentes informaciones y evaluar la veracidad y relevancia de la misma. No cabe duda que el espacio de clases en donde convergen tantas ideas procedentes de lo empírico, lo imaginario, lo mítico y en algunos casos lo científico es un excelente lugar para propiciar el desarrollo de esta habilidad.

Ruiz *et al.* (2015) plantean que “la argumentación en ciencias es un proceso dialógico y una herramienta fundamental para la co-construcción de comprensiones más significativas de los conceptos abordados en el aula. Por ello, es una de las competencias que debe asumirse de manera explícita en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias”. En relación a lo anterior, la argumentación no es una competencia que se logre desplegar en ambientes curriculares donde el docente no facilite espacios para la comunicación entre pares, con posibilidad de presentar cada uno su punto de vista, interaccionando en una pequeña comunidad de conocimiento llamada grupo o clase.

Para facilitar la argumentación en ciencias, el docente promoverá la construcción de un ambiente definido donde se explicita la relevancia no solo de la participación por parte de los estudiantes con todo lo que ello implique; saberes previos, representaciones mentales, historias de vida, intereses, sino también, la posibilidad de comunicar sus pensamientos a través de varios mecanismos con el fin de hacer ciencia en el salón de clases.

En este momento, el educador es un mediador del proceso enseñanza-aprendizaje, no se limita a dar cátedra, más bien, promueve la construcción social del conocimiento. Ruiz *et al.* (2015) “Promover debates y discusiones en pequeños grupos, es un medio eficaz para lograr no sólo la co-construcción de comprensiones colectivas y más significativas, sino también para facilitar la construcción de sentido sobre los conceptos y



con ello la transferencia consciente de los mismos a contextos externos al aula".

En esta línea, sería interesante guiar los procesos de enseñanza desde escenarios que demanden el uso de la argumentación y para ello, es necesario la interacción dialógica para que se dé la negociación, el anclaje a ideas previas y por ende, una nueva representación cognitiva de un concepto o tema específico. En palabras de Sardá & Sanmartí (2000), citados por Ruiz *et al.* (2015) "Dicha actividad permite, en el estudiante, la cualificación en los usos de lenguajes, el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y emocionales, la comprensión de los conceptos y teorías estudiadas y la formación como un ser humano crítico, capaz de tomar decisiones como ciudadano".

### 7.3. Representaciones múltiples

Las representaciones múltiples pueden ser tomadas como estrategia didáctica para construir y llevar a cabo los procesos de enseñanza-aprendizaje. En palabras de Álvarez & Muñoz (2014) "Teniendo en cuenta que la enseñanza requiere alternativas para que los estudiantes desarrollen aprendizajes significativos, las representaciones múltiples juegan un papel decisivo en la práctica docente, ya que los profesores pueden potenciar las habilidades cognitivas de los estudiantes al desarrollar un mismo tema a través de diferentes herramientas didácticas como escritos, mapas mentales, mapas conceptuales, mentefactos, entre otros". Por parte de los docentes son de real relevancia el uso de herramientas didácticas que conlleven al estudiante a tener parte activa en la construcción de conocimiento, a la vez que dan cuenta de su proceso de argumentación a través de escritos y por parte de los estudiantes, permiten potenciar las competencias cognitivas que conllevan a la habilidad de codificar, procesar e interpretar la información que viene desde su entorno.

Como lo expresa Álvarez & Muñoz (2014) "de acuerdo con Duval (2004) las representaciones son el medio a través del cual el ser humano interpreta, describe la realidad y la toma en cuenta por un sistema de tratamiento, esto quiere decir que las representaciones permiten codificar la información". De lo anterior, resulta importante entender cómo los estudiantes llegan a analizar, comprender e interpretar gráficos presentados durante su proceso de enseñanza permitiéndoles mejorar la competencia argumentativa para afrontar las diferentes pruebas a nivel local, nacional e incluso internacional dando una solución acertada a una pregunta, además de plantear posibles explicaciones ante los fenómenos que ocurren a su alrededor y por último, pero no menos importante, les permita ser críticos frente a situaciones o información presentada en contexto.

### 7.4. Argumentación, representaciones múltiples y ley general de gases ideales

En el *uso comprensivo del conocimiento científico*, se espera que el estudiante establezca relaciones entre conceptos químicos "gases ideales", con distintos fenómenos naturales. De acuerdo a los estándares de Ciencias Naturales (2004).

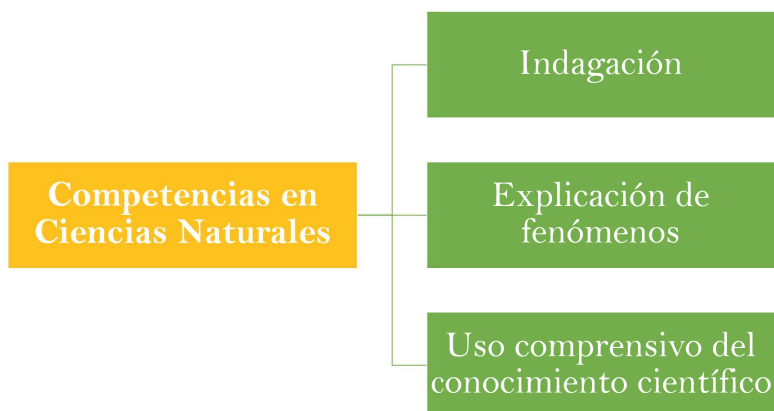


Figura 2: Competencias en Ciencias Naturales. Fuente: Elaboración propia.

En *explicación de fenómenos*, donde el estudiante debe establecer la validez o coherencia de un argumento relacionado con un fenómeno o problema científico “Analiza distintos fenómenos naturales y establece argumentos para explicarlos, usando distintos conceptos químicos –gases ideales–”.

En la *indagación*, se espera “que el estudiante logre observar y relacionar patrones en los datos para evaluar las predicciones”, lo cual se cumple cuando el estudiante representa datos en gráficas y tablas e interpreta y sintetiza datos representados en texto, gráficas, dibujos, diagramas o tablas.

Por otra parte, es importante tener presente que transversal a estas tres competencias está: “comunica de forma apropiada el proceso y los resultados de investigación en Ciencias Naturales”, que da cuenta de la argumentación, además del eje temático gases ideales. Sumado a lo anterior, en estos tipos de pruebas se utilizan también los textos discontinuos, en los cuales no se hace lectura de forma secuencial e incluyen cuadros, gráficas, tablas, etc.

La utilización de gráficos en Ciencias Naturales se da para representar procesos biológicos, físicos o químicos difíciles de explicar por medio de palabras, facilitar la comprensión de un concepto o tema y/o presentar la relación entre variables. Sin lugar a dudas se da una fuerte utilización de las mismas en las pruebas saber desarrolladas por el ICFES. Así mismo, la comprensión de herramientas didácticas como lo son las representaciones múltiples, son trascendentales para mejorar; primero, las habilidades cognitivas de los estudiantes, segundo; desarrollar competencias relacionadas con las Ciencias Naturales con el fin de que comprendan el mundo que los rodean, tercero, sean individuos más críticos, propositivos y argumentativos frente a diferentes situaciones y por último, para propender por mejores desempeños en las pruebas aplicadas en básica secundaria.

A modo de conclusión, se ve claramente reflejado el valor de lograr determinar la incidencia de las representaciones múltiples en estudiantes de básica secundaria, en relación a la ley de gases ideales y cómo éstas pueden permitir, por un lado, su comprensión para explicar situaciones cotidianas y por otro, el fortalecimiento de la competencia argumentativa. De manera puntual, Álvarez (2011) escribe:

En la formación de conceptos un aspecto es de especial importancia: las representaciones, las cuales, en última instancia, son también indicadores de la calidad de los procesos de aprendizaje logrados por los estudiantes. De otra parte, algunos sostienen la necesidad de emplear múltiples sistemas de representación para lograr aprendizajes en profundidad, de tal manera que los estudiantes capaces de representar un mismo fenómeno de maneras diferentes adquirirán aprendizajes de mayor calidad que aquellos que sólo representan el fenómeno a través de un único registro semiótico (Duval 1998, Rivière 1986, Tamayo et al. 2011).

### 7.5. La enseñanza de la temática gases

El tema correspondiente a gases se aborda en el grado 9°, el cual se explica desde una simple clase magistral a partir de sus características y variables, pasando por el desarrollo de ejercicios con la aplicación de fórmulas, realizados a lápiz hasta pequeñas y sencillas prácticas de laboratorio que muchas veces no tienen en cuenta fenómenos de la vida cotidiana para su comprensión. En el momento en que los estudiantes realizan ejercicios matemáticos de acuerdo con las fórmulas, muchos los realizan, aunque posiblemente de forma mecánica. Pero cuando se ubican dentro de actividades de corte cualitativo, de análisis e interpretación de situaciones problemáticas contextualizadas, son pocos los que comprenden como realizarlos y lograr así, una respuesta afirmativa y con buenos fundamentos teóricos. De igual forma como lo expresa Rache *et al.* (2009), citando a Balocchi *et al.* (2004) “los estudiantes son capaces de resolver problemas usando algoritmos sin necesidad de comprender los conceptos químicos implícitos en las preguntas, informando muchas veces la respuesta esperada pero cuyo significado ignoran”.

De acuerdo con la experiencia, los estudiantes en la mayoría de las ocasiones a la hora de estudiar el tema de gases, lo hacen de forma memorística, mecánica y superflua, sin ningún significado relevante que les permita comprender la aplicabilidad de este saber en la explicación de situaciones reales. Por lo tanto, las clases de ciencias que deberían ser encaminadas a fortalecer competencias tanto científicas como ciudadanas, sólo quedan en una transmisión mínima del conocimiento y el papel pasivo del estudiante en el proceso enseñanza-aprendizaje. “Por más que se hable que el sistema educativo tradicional es ahora constructivista se sigue cayendo en las mismas falencias (ciencia descontextualizada, bajos niveles de comprensión, actitud aprehensiva hacia la ciencia y hacia su estudio, apatía por el conocimiento científico y por los procesos de investigación, etc.), entonces se hace necesario abordar el estudio de la disciplina desde otra perspectiva didáctica” (Rache *et al.*, 2009).

En consecuencia, con lo anterior, los docentes deben construir verdaderas actividades donde el estudiante tome papel activo en la solución de ejercicios que demanden el desarrollo competencial de la *resolución de problemas, la interpretación de situaciones o gráficos y la argumentación* en caso de explicar una situación problemática en particular. Dichas actividades no deben ser simples procedimientos mecánicos e inconscientes sino, verdaderos encuentros para la construcción de conocimiento.

## 8. DISEÑO METODOLÓGICO

En este apartado, se realizan algunas precisiones sobre la secuencia didáctica, una breve descripción de la población y la unidad de trabajo, las instituciones donde se llevó a cabo el estudio, el tipo de investigación y por último, las técnicas e instrumentos utilizados para recolectar y analizar los datos.

### 8.1. El ciclo didáctico con enfoque investigativo como secuencia didáctica

Se utilizará como enfoque metodológico, la construcción de una secuencia didáctica, cuya intención es estructurar el proceso enseñanza-aprendizaje en relación a la ley general de los gases ideales para estudiantes de secundaria, buscando fortalecer la competencia argumentativa. En palabras de Corrales (2009) “una unidad de programación y actuación docente configurada por un conjunto de actividades que se desarrollan en un tiempo determinado, para la consecución de unos objetivos didácticos, que da respuesta a todas las cuestiones curriculares: al qué enseñar (objetivos y contenidos), cómo enseñar (actividades, herramientas de enseñanza, organización del espacio y del tiempo, materiales y recursos didácticos) y a la evaluación (criterios e instrumentos para la evaluación), todo ello en un tiempo claramente delimitado”.

A continuación, se explican brevemente las fases del ciclo didáctico:

1. Fase. Diagnóstico y activación de saberes previos: al inicio de cada temática, se plantean actividades, situaciones y/o problemas donde se logre evidenciar las ideas o conocimientos empíricos que tienen los estudiantes.
2. Fase. Introducción de nuevos conocimientos: se presentan situaciones problemáticas con la firme intención de que los estudiantes ayudados con las TIC, la experimentación y explicaciones magistrales, logren construir un conocimiento más cercano a las Ciencias.
3. Fase. Estructuración y síntesis de nuevos conocimientos: permite evidenciar el progreso en el conocimiento de temas relacionados con las Ciencias Naturales –en particular de la ley general de gases ideales–.
4. Fase. Actividades de aplicación: se utilizan varios instrumentos, como lo son informes de investigación, evaluaciones, exposiciones, talleres de profundización, entre otras; que permiten al estudiante demostrar los conocimientos adquiridos.

### 8.2. Contextualización

La investigación se desarrolló en el contexto de clase de Ciencias Naturales en las Instituciones Educativas Ciudadela Nuevo Occidente ubicada en la comuna 60 y el Corazón ubicada en la comuna 13, con estudiantes de noveno grado, que tienen entre 14 y 15 años, durante el curso escolar correspondiente a 2017.

Las Instituciones Educativas en las que se ha desarrollado la experiencia, se encuentran en el departamento de Antioquia, municipio de Medellín, se caracterizan por ser instituciones de inclusión, con una población considerable de estudiantes procedentes de diversos lugares del departamento e incluso de otros, muchos de ellos desplazados por la violencia.

### **8.3. Unidad de trabajo**

Para el presente trabajo de investigación, la unidad de trabajo está enfocada en los estudiantes de las Instituciones Educativas Ciudadela Nuevo Occidente y el Corazón del grado noveno; específicamente se tomaron en promedio 6 estudiantes de cada grupo para un total de 36 estudiantes de una población promedio de 240. Cualquier miembro de los grupos anteriormente mencionados tuvo la misma probabilidad de ser elegido para conformar el subgrupo, eje de la investigación.

### **8.4. Investigación mixta**

Tiene características fundamentales para el desarrollo de la presente investigación, porque el proceso de estudio se adapta a las necesidades del contexto, permite recolectar y analizar datos cuantitativos y cualitativos, la triangulación de variables pretende dar mayor credibilidad y fuerza a los resultados obtenidos, es consistente con los objetivos que buscan analizar –metodología cuantitativa– e identificar –metodología cualitativa– y al hacer referencia al concepto incidencia; se evalúan factores de ambos enfoques.

### **8.5. Técnicas**

Se pueden establecer las siguientes, que, para efectos de esta investigación, son importantes para la recolección de la información: observación participante, grupo de discusión y encuesta.

### **8.6. Instrumentos**

Se consideran relevantes para puntualizar sobre procesos argumentativos: formato de entrevista semiestructurada, guía de preguntas.

## **9. ANÁLISIS Y TRIANGULACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Con el fin de identificar el nivel argumentativo de los estudiantes se llevará a cabo la triangulación de la información de acuerdo con la siguiente unidad de análisis: en la prueba inicial –diagnóstica– y en la prueba

final –aplicación–, niveles argumentativos –Osborne– y los elementos del modelo argumental de Toulmin.

## Referencias

- Álvarez, O. (2011). *Incidencia de las representaciones múltiples en la formación del concepto transporte celular en estudiantes universitarios*. Departamento de Educación. Universidad Autónoma de Manizales. Manizales. Colombia. 1-175.
- Álvarez, O. & Muñoz, J. (2014). *Las representaciones múltiples como estrategia didáctica en la formación de maestros y maestras en educación para la primera infancia*. Infancias y Juventudes Latinoamericanas. Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud – CINDE. I bienal latinoamericana de infancias y juventudes. Universidad de Manizales. Manizales. Colombia. 1-13.
- Cardona, D. (2008). *Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a genética*. Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud alianza de la Universidad de Manizales y el CINDE. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO). Manizales.
- Corrales, A. (2009). La programación a medio plazo dentro del tercer nivel de concreción: las unidades didácticas. *Emásf: Revista Digital de Educación Física*, (2), 41-53.
- Driver, R.; Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312
- Duschl, R. & Gitomer, D. (1997). Strategies and challenges to changing the focus of assessment and instruction in science classrooms. *Educational Assessment*, 4(1), 37-73.
- Duschl, R. & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39-72.
- Erduran, S. (2000). Enhancing the quality of argument in school science. Paper presented at the annual conference of the British Educational Research Association. Wales.
- Finkel, E. (1996). Making sense of genetics: students knowledge use during problem solving in high school genetics class. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(4), 345-368.
- ICFES. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. (2007). Fundamentación conceptual área de Ciencias Naturales. Bogotá, D.C., Colombia: Ministerio de Educación Nacional. 1-105.
- Jiménez, M. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 16(2), 203-216.

- Jiménez, M. & Díaz, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 21(3), 359-370.
- Leitao, S. (2000) The potential of argument in knowledge building. *Human Development*, 43(6), 332-360.
- MEN. Ministerio de Educación Nacional. (1998). Dirección General de Investigación y Desarrollo Pedagógico del MEN. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 1-113.
- Ortega, C. & Hernández, A. (2015). Hacia el aprendizaje profundo en la reflexión de la práctica docente. *Revista Ra Ximhai*, 11(4), 213-220.
- Osborne, J.; Erduran, S. & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Perelman, C. & Olbrechts, L. (1989). *Tratado de la argumentación*. Madrid, España: Editorial Gredos. 1-855.
- Rache J.; Álvarez, M. & Sanabria, Q. (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*, 1107-1110.
- Ruiz, F.; Tamayo, O. & Márquez, C. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educacao e pesquisa*, 41(3), 629-646.
- Sardá, A. & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 18(3), 405-422.
- Toulmin, S. (2007) Los usos de la argumentación (Trad. de María Morrás y Victoria Pineda). Barcelona, España: Ediciones península. 1-331.
- Toulmin, S.; Rieke, R. & Janik, A. (1984). *An introduction to reasoning*. Macmillan Publishing Co., Inc. -New York-, Collier Macmillan Publishers -London-. 1-435.