

**CORRELACIÓN DE LOS SABERES DEL ÁREA DE MATEMÁTICAS
CON EL USO DE LOS CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS EN QUÍMICA**



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO IV
Bogotá D. C. 2018

**Correlación de los saberes del área de matemáticas con el uso de los conocimientos
científicos en química.**

Por:

Víctor L. Redondo Martínez
Héctor A. Ruíz García
John W. Sánchez Guzmán

Asesores:

ALEJANDRO PÉREZ FLÓREZ
JOSÉ EMILIO DÍAZ



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN

Bogotá, D. C. 2018

NOTA DE ADVERTENCIA

“La universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vean en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia.”

Artículo 23, resolución No 13 del 6 de Julio de 1946,
por la cual se reglamenta lo concerniente a Tesis y Exámenes de Grado en la Pontificia
Universidad Javeriana.

Contenido

	Pág.
Introducción	10
1. Contextualización General del Estudio	13
1.1 Antecedentes	13
1.2 Definición del Problema.....	19
1.3 Justificación.....	22
1.4 Objetivos	26
1.4.1 Objetivo General.....	26
1.4.2 Objetivos Específicos	26
2. Fundamentación Teórica	27
2.1 Abordaje Epistemológico de la Educación desde el Pensamiento Complejo	27
2.2 Las competencias	30
2.2.1 Origen del Concepto de Competencias en Educación.....	31
2.3 Competencias Matemáticas.....	34
2.3.1 Interpretación y Representación	36
2.3.2 Formulación y Ejecución.....	36
2.3.3 Argumentación	36
2.4 Competencia Matemática según PISA	37
2.5 Pruebas Saber	38
2.5.1 ¿Qué se Evalúa?.....	39
2.6 Competencias Científicas.....	40
2.6.1 Uso Comprensivo del Conocimiento Científico.....	41

2.6.2 Explicación de Fenómenos	42
2.6.3 Indagación	42
2.6.4 Componentes	43
2.7 Competencias Científicas según PISA	44
2.7.1 ¿Qué se Evalúa?.....	45
3. Diseño de Investigación Cualitativa	46
3.1 Componente Metodológico	47
3.1.1 Tipo de Investigación	47
3.1.2 Enfoque de Investigación	48
3.2 Caracterización de las Instituciones Educativas.....	50
3.3 Población y Muestra.....	52
3.4 Técnicas e Instrumentos para Recolección de la Información	54
3.5 Diseño Metodológico.....	59
3.5.1 Fases de la Investigación.....	62
3.5.2 Técnica de Análisis de la Información Recogida	63
4. Presentación de Resultados.....	64
4.1 Análisis Documental: Pruebas Saber	64
4.2 Pretest (Conducta de Entrada)	67
4.3 Intervenciones (Secuencia Didáctica).....	86
4.4 Postest (Conducta de Salida)	90
5. Conclusiones	99
Referencias.....	102
Anexos	111

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Población	53
Tabla 2. Definiciones de secuencia didáctica	56
Tabla 3. Correlación competencias matemáticas y científicas	66
Tabla 4. Ponderados comparativo pretest vs postest Colegio Villa Rica	90

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Correspondencia entre símbolos y valores	60
Figura 2. Rúbrica empleada para la recolección de datos.....	69

Lista de Gráficas

	Pág.
Gráfica 1. Situación 1.	75
Gráfica 2. Situación 1	77
Gráfica 3. Situación 3	78
Gráfica 4. Situación 4.	80
Gráfica 5. Situación 5, primera parte	81
Gráfica 6. Situación 5, segunda parte	82
Gráfica 7. Situación 1: Ejercicios de conversión de unidades	93
Gráfica 8. Situación 2: Ejercicios de densidad	94
Gráfica 9. Situación 3: Determinación de masas moleculares.....	95
Gráfica 10. Situación 4: Estequiometría con ecuaciones balanceadas	95
Gráfica 11. Situación 5, primera parte: Balanceo de ecuaciones.....	97
Gráfica 12. Situación 5, segunda parte: Estequiometría	97

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo 1. Tablas de competencias matemáticas	111
Anexo 2. Instrumento de pre test y post test	115
Anexo 3. Instrumento para la secuencia didáctica	120
Anexo 4. Rúbrica de evaluación para la recolección de datos	129
Anexo 5. Tablas de análisis de los resultados en matemáticas de las Pruebas Saber para los colegios distritales de las localidades de Kennedy y Fontibón	130
Anexo 6. Tablas de análisis de los resultados en ciencias naturales de las Pruebas Saber para los colegios distritales de las localidades de Kennedy y Fontibón	132
Anexo 7. Cuadernillo teórico entregado para ser empleado en la solución de las conductas de entrada y salida	134
Anexo 8. Encuesta aplicada a estudiantes después de la intervención didáctica	142

Introducción

En el modelo educativo que se ha implementado en la mayoría de instituciones de educación media de nuestro país los conocimientos que se imparten tienden a transmitirse de una manera segmentada y parcializada destacándose una carencia de interacción en los aprendizajes, lo cual redundando en que los estudiantes conciben y abordan cada materia que reciben como independiente y/o sin relación con las otras y, en consecuencia, tienen serios inconvenientes cuando se trata de construir un nuevo conocimiento a partir de los entendimientos y procedimientos aprendidos en las diversas áreas de estudio, fracasando en la labor primordial de la pedagogía, la cual es lograr que los educandos desarrollen y perfeccionen habilidades para el autoaprendizaje, la creatividad y la solución de dificultades vinculadas con las áreas de conocimiento, según su nivel educativo (Báez & Onrubia, 2016).

Ahora bien, a través del devenir de las ciencias físicas, las matemáticas (junto con la lógica) han sido la herramienta fundamental para su desarrollo, estando en una estrecha relación con la física, la química, la astronomía, la geología, etc.; con respecto a la enseñanza de las matemáticas Uzuriaga y Martínez (Uzuriaga & Martínez, 2006) afirman:

Cobra más importancia el problema de la Enseñanza-Aprendizaje de las Matemática, pues una buena metodología conllevaría a nuestros estudiantes a ver la matemática como una ciencia esencial, bonita, prioritaria y clave en el desarrollo social, económico y político del país y podría permitir la formación de nuevos cerebros matemáticos. Además, lograríamos que nuestros alumnos no sigan viendo a la Matemática aburrida, abstrusa, inútil, inhumana, muy difícil, como un conjunto de temas misteriosos, desconectados de la realidad, que no se entienden y sin ninguna aplicación, y le quitaríamos a la matemática esa reputación de presumida e inalcanzable que se le ha dado por muchos siglos (p. 268).

En el presente trabajo de grado los autores, en su calidad de docentes de química, han evidenciado la dificultad que encuentran los estudiantes cuando tienen que aplicar sus conocimientos de matemáticas en los procesos propios de la química, pues aunque en la mayoría de casos asumen los conceptos propios de la primera con relativa facilidad, tienen problemas

cuando tratan de implementar los procedimientos matemáticos para llevar a cabo los cálculos cuantitativos indispensables para realizar actividades prácticas en el laboratorio de química, es decir tienen inconvenientes para aplicar las matemáticas en química.

Así pues, para solucionar este inconveniente se hace necesario correlacionar de manera adecuada los saberes de las asignaturas química y matemáticas para favorecer el proceso de enseñanza de los conceptos y procedimientos cuantitativos de química, específicamente en nuestro caso para los estudiantes de grado décimo de las localidades de Kennedy y Fontibón, a partir de una secuencia didáctica que permitan la apropiación de éstos. Para llevar a cabo dicha correlación se hace necesario determinar la competencia matemática de los estudiantes, ya que ésta presenta una incidencia directa en las dificultades para abordar procesos cuantitativos en química, como lo son integrar subíndices, coeficientes, símbolos, ecuaciones o fórmulas, lo cual se refleja en el bajo rendimiento escolar en esta asignatura.

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente se elabora el presente trabajo de grado, haciendo uso del análisis de las pruebas Saber (2014-2016) para grado noveno, con la intención de determinar la competencia matemática, que presenta el rendimiento más bajo, y su incidencia sobre el aprendizaje de la asignatura de química, específicamente en cuanto a los procesos cuantitativos. Como resultado se propone plantear una intervención directa que permita el fortalecimiento de esta competencia y precisar los cambios experimentados en las competencias científicas por parte de los estudiantes.

Para el desarrollo de este trabajo se usó una metodología cualitativa basada en alguna información de corte cuantitativo, bajo un enfoque interpretativo, cuyo objetivo es fortalecer el proceso de aprendizaje de la química en los estudiantes de grado décimo, a partir de la correlación de los saberes de matemáticas para el fortalecimiento de las competencias en ciencias

naturales, de tres colegios distritales de las localidades de Kennedy y Fontibón. Para lograr dicho objetivo se diseñó una metodología basada en la aplicación de una conducta de entrada y una conducta de salida, mediadas por una secuencia didáctica para, de esta manera, obtener información relevante y útil para su posterior análisis e interpretación, con miras a proponer una solución al problema encontrado. La información obtenida se analizó por medio de diferentes técnicas, como el análisis documental y la triangulación hermenéutica.

A partir del análisis y la interpretación de la información se logró determinar que efectivamente existían falencias en algunas competencias matemáticas y científicas, las cuales fueron abordadas con la secuencia didáctica y evaluadas nuevamente, para en última instancia constatar que un diseño de intervención didáctico bien diseñado aporta de manera sobresaliente a la formación de los estudiantes, este argumento fue evidenciado en la mejora de los resultados obtenidos por los estudiantes en la conducta final.

Como resultado se presenta a continuación el producto del proceso investigativo ordenado en cinco capítulos: En el primero se exponen las consideraciones generales del estudio destacando los antecedentes, el problema, la justificación y los objetivos, en el segundo capítulo se plantea el marco teórico del estudio con la fundamentación bibliográfica de la investigación y la literatura pertinente, el tercer capítulo contempla el marco metodológico en el cual se explican los mecanismos utilizados para el análisis de nuestra problemática, aclarando temas como la metodología y el enfoque utilizados, la población, la muestra, etc.; en el cuarto capítulo se abordará el análisis de resultados, para nuestro caso particular en este acápite se analizaron las pruebas saber, se trató el diseño de la conducta de entrada y salida, su validación y aplicación, así como la organización de la secuencia didáctica, lo cual nos lleva al quinto capítulo en el cual se presentarán los resultados encontrados, y se plasman las conclusiones halladas.

1. Contextualización General del Estudio

1.1 Antecedentes

Tradicionalmente en los países latinoamericanos se ha hecho un mayor énfasis en la potencialización de las competencias de lectura y escritura que en las competencias científicas y matemáticas, y nuestro país no es la excepción. En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional propende por unos saberes que respondan a los conocimientos, habilidades y actitudes que la sociedad contemporánea requiere, y para ello se propone que los estudiantes aprendan competencias básicas como lo son: la actitud científica, el desarrollo del pensamiento matemático, las competencias comunicativas y las competencias ciudadanas como núcleo común del currículo (Ministerio de Educación Nacional, 2013b).

No obstante, los resultados de las pruebas que miden el desarrollo de las competencias, habilidades y conocimientos para los estudiantes colombianos, entre ellas las pruebas PISA, permiten inferir dos cosas, la primera es que aún queda mucho camino por recorrer si queremos estar cerca del promedio mundial (MEN, 2016), y la segunda es que a los estudiantes no se les están brindando las herramientas matemáticas y científicas necesarias para afrontar las vicisitudes producto de la economía mundial capitalista y de la globalización.

Ahora bien, como consecuencia de los bajos resultados obtenidos en estas pruebas y en sus versiones anteriores en los últimos años el Ministerio de Educación ha empezado a dar atención particular a las capacidades científicas y cuantitativas de los estudiantes. (Valverde & Näslund-Hadley, 2010), en este sentido, la escuela, y en especial la educación básica, se convierte en el escenario perfecto para favorecer el desarrollo de las competencias matemáticas y científicas. Es importante destacar en este punto que el desarrollo de tales competencias no debe ser un proceso aislado o independiente, al contrario se trata de generar que se articulen los

diversos saberes para lograr su interrelación y de este modo posibilitar un fortalecimiento en las competencias para que el estudiante integre conocimientos; en el caso particular que se trata en esta investigación se busca determinar de qué manera la articulación de los saberes en matemáticas fortalecen las competencias científicas, con el objetivo de proyectar al estudiante a la educación media con un interés en la química.

Para empezar a afrontar este cuestionamiento se realiza una breve revisión de los antecedentes, haciendo un repaso de la bibliografía existente a nivel internacional y nacional, proveniente de informes, investigaciones, libros y revistas indexadas y su relación con el tema a tratar. Es importante aclarar que al realizar la revisión de la literatura sobre el tema de la correlación de los saberes del área de matemáticas con el uso de los conocimientos científicos en química se encontraron muy pocos documentos que sirvieran de fundamentación teórica, a pesar de una búsqueda minuciosa en bases de datos y metabuscadores. Esta situación, aunque parece una desventaja pues limita el alcance del marco teórico, es vista por los autores del presente documento como una oportunidad para preparar el camino para la investigación de otros y para dar luces sobre un tema poco tratado en la literatura.

Es en el escenario internacional donde se encuentra mayor evidencia del desarrollo de las competencias científicas, y específicamente matemáticas, por ejemplo, el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de Argentina, en el año 2007, presenta un informe acerca del estado de los procesos de enseñanza de las ciencias naturales y las matemáticas, a través de la “Comisión nacional para el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias naturales y la matemática”. En este escrito se plantean tres objetivos específicos, en primer lugar, realizar un diagnóstico de la situación real de la enseñanza de las ciencias naturales y la matemática en toda Argentina, posteriormente establecer las metas que se consideraba se debían alcanzar en dichas

áreas, y finalmente, generar las recomendaciones o propuestas mediante las cuales si iban a alcanzar las metas propuestas. Como conclusión del informe se determinó que la priorización en el desarrollo de las competencias científicas y matemáticas tiene muchas potencialidades, ya que ayudan a fomentar el desempeño ciudadano y el desempeño productivo y, a la vez, promueven el diálogo y los valores de solidaridad y respeto al otro (Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, 2007).

Posteriormente, Valverde y Näslund-Hadley (2010) presentaron a la División de Educación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) las notas técnicas sobre “La condición de la educación en matemáticas y ciencias naturales en América Latina y el Caribe”, cuyo objetivo particular era comprender la condición de los procesos de enseñanza en matemáticas y ciencias naturales en las etapas de preescolar, primaria y secundaria dentro de los sistemas educativos de América Latina y el Caribe (ALC). Los resultados no fueron muy alentadores, destacando que los jóvenes no están siendo preparados de manera apropiada para contar con las herramientas en matemáticas y ciencias naturales, necesarias en una economía mundial cada vez más interconectada, y que el desempeño de los estudiantes de la región está constantemente por debajo de sus pares de Asia oriental y de los países industrializados que componen la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Los mismos autores hacen énfasis en esta falencia al mencionar de manera puntual:

Entre los causantes de esta situación se hallan los currículos débiles, materiales de aprendizaje inadecuados y la falta de dominio por parte de los docentes en matemáticas y en las ciencias naturales. Las aulas se caracterizan por la memorización mecánica de operaciones rutinarias de cómputo y la repetición de datos, y los docentes les dan a sus alumnos poca retroalimentación evaluativa, o la que les dan es incluso errónea (Valverde & Näslund-Hadley, 2010, p. 10).

En cuanto a investigaciones particulares Herradón (2011) presentó en la Universidad de Alicante (España), durante la entrega de los XIV premios Jorge Juan de Matemáticas, la

conferencia titulada: “Matemáticas y Química, una relación necesaria. Desde la antigüedad al siglo XXI”, en ella hace una aproximación histórica a la relación Química-Matemáticas, basándose en dos preguntas ¿Qué puede aportar la química a las matemáticas? y ¿Qué pueden aportar las matemáticas a la química? Durante toda su exposición Herradón responde a los dos interrogantes a partir de la relación histórica que se ha presentado entre la química y las matemáticas, yendo desde los antiguos griegos hasta la denominada química matemática y los materiales del futuro, terminando con el interesante planteamiento de un cuestionamiento mayor: ¿Puede la química proporcionar problemas interesantes para las matemáticas? Esta conferencia también se presentó en el congreso “Math and Chem: An International Workshop” en Zaragoza, España, durante el mes de junio de 2012.

Por su parte, Íñiguez (2015) publicó en la Revista Iberoamericana de Educación un artículo sobre la didáctica de las ciencias y de la matemática titulado “El desarrollo de la competencia matemática en el aula de ciencias experimentales”, en el cual buscaba proponer estrategias para el desarrollo de la competencia matemática en las clases de ciencias. Para ello aborda temas como ¿Qué son y cuáles son las competencias matemáticas? y ¿Cómo se involucran las competencias matemáticas en el programa PISA? para finalmente realizar varias propuestas didácticas para el desarrollo de la competencia matemática dentro del aula de ciencias, con base en representaciones gráficas, toma de mediciones y aplicación de cálculos, mostrando algunos ejemplos de actividades que “demuestran la posibilidad de desarrollar la competencia matemática en el aula de ciencias” (p. 117).

En la ciudad de México, D. F., Arreguín, Alfaro y Ramírez (2012) publican el artículo “Desarrollo de competencias matemáticas en secundaria usando la técnica de aprendizaje orientado en proyectos” en el cual investigan cómo se desarrollan las competencias matemáticas de los alumnos de segundo grado de secundaria a través del uso de una técnica denominada

aprendizaje orientado en proyectos (Project Oriented Learning - POL); para ello el rol del profesor se enfoca en implementar el POL con adolescentes de educación media, para evaluar su impacto en el desarrollo de competencias matemáticas, favoreciendo el trabajo en equipo dentro de su contexto específico con el fin de “darle significado a la competencia matemática con referencia a las capacidades de análisis, razonamiento y resolución de problemas” (p. 270).

Por otra parte, Luís Rico de la Universidad de Granada (España) publica en la Revista de Educación el artículo “La competencia matemática en Pisa” (2007) en el cual considera 4 significados diferentes acerca de la noción de competencia en el informe PISA, y pone de manifiesto “la riqueza y diversidad de matices con que se trabaja y el interés que tiene para su correcta interpretación” (p. 63). Asimismo, describe los principales componentes del marco teórico del proyecto PISA-OCDE y analiza los diversos significados del término “competencia”, la noción de alfabetización matemática y las variables que componen este dominio.

Siguiendo con la revisión, viene al caso el trabajo del danés Mogens Niss, quien escribe el artículo “Competencias matemáticas y el aprendizaje de las matemáticas: el proyecto KOM¹ de Dinamarca” (2003) cuya idea fundamental es fundamentar la descripción del currículo de la materia matemáticas principalmente en la noción de “competencias matemáticas”, en lugar de basarse en el sílabus en el sentido tradicional de listas de temas, conceptos y resultados. Esto permite crear un marco conceptual que implique las perspectivas de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas a todo nivel de educación.

Desde la perspectiva de los docentes también se ha hecho una aproximación a la competencia matemática, Sáenz Castro refleja esta visión en su artículo “La competencia matemática (en el sentido de PISA) de los futuros maestros” (2007); a través de una metodología

¹ KOM son las siglas en danés para Competencias y Aprendizaje de Matemáticas. Es importante anotar que la idea del proyecto KOM ha influido en el dominio de las matemáticas del proyecto PISA de la OECD, en parte debido a que el autor del artículo es miembro del grupo de expertos en matemáticas para este proyecto. Dicha influencia se ve reflejada en la noción de alfabetización matemática y sus componentes que tienen las pruebas PISA.

cuantitativa, ex post-facto, de tipo exploratorio y descriptivo el autor pretende establecer el perfil de rendimiento en matemáticas de los futuros maestros, analizar como las variables de tarea del modelo funcional de PISA influyen en el rendimiento de los sujetos, y “analizar la relación de un factor cognitivo, como lo es la capacidad de solucionar problemas, en el sentido que utiliza PISA, con el rendimiento en matemáticas de los sujetos” (p. 357), llegando a la conclusión de que no se encuentra que los sujetos que más disfrutaban o que tengan un sentimiento más acusado de utilidad de las matemáticas para sus vidas consigan mejores rendimientos (p. 360).

En el ámbito nacional, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN) estableció, en el año 1998, los Lineamientos Curriculares en Ciencias Naturales y en Matemáticas, en ellos se plantea la necesidad de brindar una educación en la cual la escuela sea formadora, y fomente y desarrolle la investigación, la creatividad, la solidaridad, la innovación y la autonomía, entre otros (Ministerio de Educación Nacional, 1998). Adicionalmente, se formularon los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias y Matemáticas, con los que se busca que los estudiantes desarrollen las habilidades científicas y matemáticas requeridas para explorar fenómenos y resolver problemas (Quintero & Zarazo, 2009).

De igual manera, en el año 2013 por medio del Programa Fortalecimiento de la Cobertura con Calidad para el Sector Educativo Rural PER II del Ministerio de Educación Nacional se proponen las “Secuencias Didácticas en Ciencias Naturales y Matemáticas en Educación Media” (MEN, 2013a) como estrategia de trabajo para desarrollar las competencias científicas y matemáticas en los estudiantes de educación media del sector rural. Esta propuesta ofrece elementos enriquecedores para abordar la enseñanza de las matemáticas y las ciencias naturales a partir de las metodologías de enseñanza por indagación y aprendizaje basado en la resolución de problemas.

Con relación al estado de las investigaciones académicas a nivel nacional frente al tema de investigación en Colombia es poco lo que se ha trabajado al respecto, llama la atención y cobra especial interés que a pesar de la creciente necesidad de abordar el desarrollo de competencias científicas y matemáticas, formulada por entidades internacionales y el Ministerio de Educación Nacional en las facultades de educación de algunas de las principales universidades del país (Universidad Pedagógica Nacional, Pontificia Universidad Javeriana y Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, entre otras) no pareciera ser un tema de relevancia, ya que dentro de la revisión bibliográfica de sus repositorios son realmente pocas las investigaciones que abordan directamente este tema, y más aún cuando se trata de un abordaje interdisciplinar entre ciencias y matemáticas. A este respecto únicamente se encontró el trabajo realizado por Henao y Cadavid (2014) el cual hace referencia a la articulación de la matemática con las ciencias, pero desde el ámbito de la física y empleando como eje articulador la astronomía. En esta tesis los autores pretenden “diseñar una estrategia didáctica interdisciplinar para el estudio de la matemática y la física de grado once a partir de guías experimentales, articuladas desde la astronomía” (p. 22).

El estado del arte actual evidencia que son pocos los estudios realizados con respecto a la correlación entre las competencias de las matemáticas y la química, lo cual nos invita a buscar un aprendizaje que integre los diferentes saberes y nos convoca con ahínco a desarrollar la presente investigación.

1.2 Definición del problema

En el ámbito de la educación como eje fundamental para el desarrollo de una sociedad se involucran diferentes factores como el geográfico, el psicológico, el cognitivo, así como también los sociales, culturales, políticos y económicos (Casarini, 1999), los cuales generan un entorno,

el cual entrelaza relaciones que difícilmente pueden considerarse de manera independiente y, de este modo, permite que todo el proceso educativo se convierta en un espacio propicio para la construcción de saberes (Cabrera, 2017). En concordancia con lo anterior se entiende que entre todos los aspectos que se definen dentro del proceso educativo también debería existir esta interconexión.

Sin importar que se hable de estándares, lineamientos, currículo, competencias, estrategias, habilidades, asignaturas, áreas, campos del pensamiento o cualquiera de los agentes involucrados en el proceso educativo, todos ellos deberían tener una correlación tan fuerte entre sí que trabajarlos de manera conexas fuese casi obligatorio, brindándole la posibilidad al educando de construir saberes que potencien un aprendizaje activo y con significado.

Sin embargo, la mayor parte del tiempo este planteamiento teórico pareciera no tener manifestación práctica, pues en la praxis en lugar de buscar cuáles son las relaciones que fortalecen la educación e interrelacionarlas, ésta se presenta segmentada y sus componentes no se articulan. Lo anterior se puede verificar cuando en el aula hay un cambio de clase, con la llegada del docente de otra materia no sólo se cierra un área determinada de estudio, sino que se dejan de lado los conceptos aprendidos y el estudiante “archiva” la línea de pensamiento que llevaba y se prepara para adquirir otros conocimientos, ajenos a las otras materias.

El Ministerio de Educación de Colombia plantea claramente este asunto en los “Estándares básicos de competencias en ciencias sociales y ciencias naturales”:

La complejidad, incremento y progreso constante de las disciplinas científicas en sus procesos, contenidos y productos, hacen que la educación en ciencias sea un asunto de formación académica continua para permanecer a la par con sus avances conceptuales. De manera infortunada en muchos casos las propuestas curriculares, los procesos de enseñanza y de aprendizaje agudizan el problema. Se enseña y se aprende en forma segmentada, se separan las disciplinas antes de reconocer sus solidaridades, se fragmentan los problemas más que vincularlos e integrarlos (Ministerio de Educación Nacional, 2008, p. 102).

En el estudio de las ciencias naturales se observa de manera marcada esta divergencia, por una parte, está la biología tratando de dar cuenta sobre los seres vivos, su estructura y sus funciones, por otra la física, buscando describir y cuantificar las leyes que gobiernan la naturaleza y, por otra la química, con su constante análisis de las sustancias y sus interacciones. Vistas desde este modo pareciera que no existe un punto de convergencia entre ellas, sin embargo, si se observan detalladamente se encuentran puntos de unión que posibilitan el trabajo interdisciplinar; así mismo ocurre con la correlación entre matemáticas y química (Támez, 1999).

Es así como en las instituciones educativas, especialmente en las que son objeto de estudio de la presente investigación, se evidencia la falta de articulación entre los diferentes aspectos del proceso educativo, lo cual se ve reflejado adicionalmente en la segmentación entre las matemáticas y las ciencias naturales, química. En las evaluaciones externas se evidencian algunas posibilidades de evaluación interdisciplinar donde se unen las preguntas de física y química, pero no así sus temáticas y conceptos (ICFES - MEN, 2017).

Según el documento del Banco Interamericano de Desarrollo titulado “Enfoques creativos para aprender matemáticas y ciencias naturales” (BID, 2011) los jóvenes no están preparados de manera apropiada para contar con las herramientas, en matemáticas y ciencias naturales, necesarias en una economía mundial cada vez más interconectada, esto se debe a programas débiles, materiales de aprendizaje inadecuados y falta de destreza de los docentes en las asignaturas de matemáticas y ciencias naturales. La práctica docente se caracteriza por la memorización de operaciones computacionales de rutina y la reproducción mecánica de los conceptos, además en muchas ocasiones los docentes dan a los estudiantes información escasa, exhibiendo importantes carencias en los conocimientos básicos en matemática y ciencias naturales y en su práctica pedagógica.

Este mismo informe señala que no es suficiente con tener buena voluntad para mejorar los procesos de enseñanza de las matemáticas y las ciencias naturales, y señala que:

Los formuladores de políticas, educadores y donantes de América Latina y el Caribe carecen de información sobre las características de la enseñanza de las matemáticas y ciencias naturales en la región y sobre los insumos y las prácticas pedagógicas más eficaces. Este es un vacío que se debe llenar: si no se entiende la condición de la enseñanza de las matemáticas y ciencias naturales en la región, la oportunidad de mejorarla es muy limitada (Valverde & Näslund-Hadley, 2010, p. 2).

Para la mayoría de Instituciones Educativas Distritales (I.E.D.) en Colombia el principal criterio para medir los desempeños de sus estudiantes con respecto a matemáticas y ciencias naturales son las pruebas nacionales (Saber 3°, 5°, 9° y 11°) y las pruebas externas (PISA y TIMSS, entre otras). Los resultados de las mismas no son para nada alentadores ya que, por mencionar un ejemplo, en el Resumen Ejecutivo Colombia PISA 2015, el cual evaluó a 72 países, Colombia ocupó la posición 55 en comprensión lectora, el puesto 58 en ciencias naturales y el 62 en matemáticas. (MEN, 2016).

A partir de lo expuesto anteriormente, y teniendo presente la poca investigación al respecto en Hispanoamérica, y en particular en Colombia, surge la necesidad de abordar de manera interdisciplinar el estudio de las competencias, los desempeños y las habilidades que permitan establecer una correlación entre los diferentes saberes de las áreas de matemáticas y ciencias naturales, que fortalezcan el estudio y desarrollo de competencias en la asignatura de química, todo lo cual lleva a plantear la siguiente pregunta de investigación:

¿Una correlación entre los saberes de las asignaturas de matemáticas y química podrían fortalecer el uso de los conocimientos científicos en el proceso de la enseñanza y el aprendizaje de la química?

1.3 Justificación

En el entorno social, familiar y escolar es reconocida la aversión que se tiene por el

aprendizaje de las ciencias y específicamente de las matemáticas. En la mayoría de los ámbitos educativos se ha confundido el rigor de las matemáticas con la rigurosidad con la cual se debe enseñar esta asignatura (Támez, 1999), lo cual ha redundado en el desapego y falta de interés por parte de los estudiantes hacia su aprendizaje, la deserción escolar y los malos resultados en las pruebas de evaluación tanto internas como externas (SABER 9°, 2014 - 2016), entre otras cosas.

En la escuela, el trabajo dentro del aula para la química y las matemáticas se realiza de manera automática, mecánica y repetitiva; el estudiante aprende a repetir lo que el maestro quiere escuchar en su asignatura sin que los contenidos de las diferentes áreas se apliquen en forma articulada dentro de una malla curricular.

Los estudiantes están habituados a aprender de forma repetitiva, mecánica y memorística, razón por la cual se les dificulta interiorizar y comprender los conceptos, para luego relacionarlos entre sí, y hallarles una aplicación en su entorno. Es común encontrar que en una clase se trabaje un tema determinado y en las siguientes sesiones que requieren de lo visto, el docente deba repetir constantemente lo que se supone debe ser manejado por los estudiantes. Lo anterior ratifica que a los jóvenes se les dificulta apropiarse de los conceptos, pues sencillamente no los relacionan con su contexto, por tal motivo su memoria es a corto plazo, en otras palabras, aprenden únicamente por el momento (Caraballo & Bocanegra, 2018, p. 13).

La mayoría de las veces el docente considera que está contextualizando los saberes a la realidad de sus estudiantes, cuando en realidad lo único que está haciendo es ejemplificando la información. A lo anterior se le suman las dificultades que tienen los maestros para desarrollar sus actividades pedagógicas en las asignaturas de matemáticas y química, lo cual se relaciona con la apatía por estas asignaturas o las asignaturas que se relacionan directamente con ellas y con los bajos resultados académicos de los estudiantes.

La situación problemática se presenta en la apatía que los alumnos de estas carreras manifiestan por las materias de tronco común como son la matemática, la física, la química, etc. Esta situación se expresa en el aula por los estudiantes mediante la incesante pregunta: ¿Y eso para qué me sirve? (Támez, 1999, p. 3).

Para la enseñanza de las matemáticas y la química, materias tema de nuestro estudio, se debe tener en cuenta, como se mencionó previamente, las características de la región, así como

los recursos didácticos y pedagógicos con que se cuenta, y procurar interacción entre las diferentes asignaturas y el contexto escolar en que se desempeña el estudiante, para no incurrir en un aprendizaje monótono, repetitivo, y carente de utilidad, sino, al contrario, favorecer una enseñanza en la cual el estudiante integre los conceptos de las asignaturas de tal manera que le permita desenvolverse con agilidad en su quehacer diario y le permita desarrollar las competencias matemáticas y científicas que le ayuden a integrarse en la economía mundial y la globalización (Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, 2007).

Es importante, entonces, que se diseñen estrategias a través de una metodología activa como la enseñanza por indagación, en la cual el estudiante se enfrenta a situaciones que le obliguen a indagar, extraer información, resolver interrogantes o crear unos nuevos, tabular información, todo esto para llegar a generar en él un aprendizaje que sea significativo y útil también afuera del ambiente escolar (Valverde & Näslund-Hadley, 2010).

En Colombia las pruebas SABER evalúan periódicamente las competencias de los estudiantes de educación básica y los resultados de éstas le permiten a la comunidad educativa valorar los avances o retrocesos en educación y trazar planes y programas de mejoramiento que fortalezcan el proceso Educativo (ICFES - MEN, 2017).

Con el presente trabajo de investigación se pretende identificar, dentro del marco de las Pruebas Saber 9° (2014 – 2016), cuáles son las competencias en matemáticas en las que los estudiantes de educación media presentan mayor dificultad y cómo esto representa una incidencia negativa directa al enfrentar el aprendizaje de la química, para posteriormente realizar la respectiva intervención, con la cual los estudiantes descubran y refuercen las habilidades prácticas y cognitivas según las competencias que requieran, con el fin de establecer una (transdisciplinariedad – interdisciplinariedad) entre la matemática y la química. Nuevamente se

debe mencionar la falta de estudios académicos que interrelacionen la incidencia de las matemáticas en el aprendizaje de la química, y la afectación sobre los resultados obtenidos en pruebas de evaluación externas a la escuela (SABER, PISA), a nivel internacional y nacional.

Además se pretende generar un aprendizaje significativo, a través del cual nuestros estudiantes tengan las competencias necesarias en Química para desarrollarse en cada uno de los contextos en que se encuentre posterior a la vida escolar, como lo propone la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) en su proyecto Definición y Selección de Competencias (DeSeCo): "... las competencias deberían traer beneficios en un amplio espectro de contextos, por eso, deberían ser aplicables en múltiples momentos de la vida" (OCDE, 2004, p. 6).

Para lograr lo anterior es necesario superar la brecha entre las matemáticas y la química, dirigiendo los conocimientos de las diferentes asignaturas en la misma dirección, para fortalecer el aprendizaje significativo de la química en los cursos básicos, facilitando la calidad de los procesos educativos y brindando al estudiante la posibilidad de fortalecer el aprendizaje de la asignatura en la educación media y superior, es decir, poniendo al estudiante en el contexto de las ciencias naturales, con la intención que hagan parte de su proyecto de vida.

Esta brecha se presenta desde dos frentes, por una parte los estudiantes presentan falencias en algunas competencias para enfrentar los requerimientos del mundo actual en matemáticas y química debido a diferentes factores tales como: currículos débiles o desactualizados, falta o ausencia de materiales (didácticos y/o pedagógicos), materiales desactualizados, falta de dominio académico o convivencial por parte de los docentes; además los estudiantes se muestran limitados al incorporar los símbolos, fórmulas o constantes propias del área de química argumentando que eso pertenece a las matemáticas y, evidentemente al

evaluar los cambios conceptuales, se aprecia que los conceptos químicos independientes no presentan dificultades, éstas surgen al integrar las dos áreas: matemáticas y química (Giménez, 2015).

Por su parte los docentes del área de ciencias naturales, especialmente de las asignaturas que tienen una relación directa con las matemáticas (química y física) se ven enfrentados a los siguientes problemas teórico-prácticos puntuales: a) los estudiantes piensan que los temas trabajados en cada asignatura son independientes, no buscan articularlos ni piensan en conjugarlos; b) Al emplear los procesos matemáticos como herramienta para el área de ciencias naturales se dificulta su enseñanza, debido al problema que presentan los estudiantes al integrar subíndices, coeficientes, símbolos, fórmulas, variables y constantes propios de la química a los procesos matemáticos. Por lo anterior, dichos docentes están convocados a generar estrategias interdisciplinarias (para el caso particular de esta investigación, entre matemáticas y química) que les permitan mejorar sus procesos de enseñanza y favorezcan el aprendizaje en sus estudiantes.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general. Fortalecer el proceso de aprendizaje de la química en los estudiantes de grado décimo, a partir de la correlación de los saberes de matemáticas para el fortalecimiento de las competencias en ciencias naturales, de tres colegios distritales de las localidades de Kennedy y Fontibón.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Identificar en los resultados de las Pruebas Saber (2014 - 2016) las competencias matemáticas en las que presentan debilidades los estudiantes de grado 9° y su incidencia en el aprendizaje de la asignatura de química.
- Establecer la correlación entre los saberes del área de matemáticas para fortalecer las

competencias de química.

- Realizar una secuencia didáctica que le permita a los estudiantes aplicar las competencias matemáticas intervenidas, para mejorar el aprendizaje de la química.
- Determinar la incidencia del fortalecimiento de las competencias matemáticas en el aprendizaje y ejecución de los conceptos de estequiometría.

2. Fundamentación Teórica

2.1 Abordaje epistemológico de la educación desde el pensamiento complejo

Habiendo esbozado un planteamiento general del problema objeto de la presente investigación se decidió abordar el desarrollo de esta con base en el fundamento epistemológico denominado pensamiento complejo desarrollado por el filósofo y sociólogo francés Edgar Morin, haciendo énfasis en los temas de interdisciplinariedad y relación entre los conocimientos, los cuales se adaptan al tema tratado en este trabajo de grado.

Morin (2004) hace mención de la siguiente paradoja: aun cuando se tienen múltiples conocimientos acerca del mundo (físico, biológico, sociológico, etc.), los métodos de verificación que han predominado en la ciencia son los empíricos y lógicos, dando como resultado una visión del mundo simplificada y mecánica. La inteligencia ciega, los errores y la ignorancia no reconocen ni aprehenden la complejidad de lo real pues organizan el conocimiento de modo parcial, por ello se necesita de un pensamiento complejo (p. 14) para civilizar nuestro pensamiento.

En respuesta a este paradigma Morin propone la necesidad de desarrollar la aptitud para ubicar el conocimiento y la información en un contexto y dentro de un conjunto. Para él resulta imperativo concebir una educación que rompa con la visión fragmentaria del mundo, para dar

paso a una educación que enseñe los métodos que nos permitan “aprehender las relaciones mutuas y las influencias recíprocas entre las partes y el todo de un mundo complejo” (Morin, 1999, p. 2) y, así, vivir de acuerdo con nuestra condición compleja. De allí que la interacción y la interrelación sean parte esencial del punto de vista de Morin, a contrario sensu del enfoque analítico y fragmentario de las ciencias que se originaron en la modernidad y que ha propiciado el fenómeno de la especificidad en las diferentes áreas del conocimiento.

Desde la perspectiva de Morin el pensamiento complejo se basa en establecer relaciones y complementos en el estudio del todo, mediante sus defectos y sus efectos, su movimiento y su quietud, tomando en cuenta la reciprocidad que tiene lugar entre éste y sus partes. Para este autor el conocimiento no se puede considerar como una herramienta que se puede utilizar sin examinar su naturaleza. Para Morin el secreto para generar el conocimiento está en la conjunción del pensamiento.

De acuerdo con Morin, necesitamos que emerja un nuevo paradigma de la complejidad que sustituya al obsoleto y destructor paradigma de la disyunción reducción-unidimensionalización, por el paradigma de la distinción-conjunción, el cual permita distinguir y asociar sin desarticular, sin reducir (Uribe, 2009, p. 242).

De modo que, según lo anterior, para Morin más que el conocimiento se requiere de una formación, una transformación del modelo convencional, una constante autorreflexión sobre la práctica, en nuestro caso de la práctica del docente en el aula.

Ahora bien, retomando la línea de pensamiento inicial, la fragmentación de los saberes no sólo impide el desarrollo de un verdadero conocimiento científico, sino que ocasiona otras consecuencias en relación con la educación. De allí que sea necesaria una educación que el mundo complejo en el que vivimos, de modo que aborde los problemas y necesidades humanas desde su dimensión real, valorando tanto los diversos elementos constitutivos que nos convierten en verdaderos sujetos, seres humanos, como también las relaciones que sostenemos entre

nosotros y con los demás.

No obstante Morin (2004) acota que tal educación no tiene por qué estar alejada de los avances que aportan las ciencias y saberes modernos, él sugiere que estos avances deben incluirse en un currículo coherente dentro de los niveles educativos de modo que el “enfoque sistémico”² prevalezca en los programas de estudio, y dicha inclusión debe continuarse hasta la educación superior, promoviendo de este modo la creación de nuevas unidades académicas mucho más globales. Con base en su premisa del enfoque sistémico, donde el conocimiento de las partes depende del conocimiento del todo pero que el todo es superior a la suma de las partes Morin (2004) propone siete principios para el pensamiento complejo o vinculante:

1. *El principio sistémico u organizativo.* Se trata del principio rector mencionado anteriormente, es decir, la unión del conocimiento de las partes con el conocimiento del todo, cuyo objetivo consiste en combatir la idea (reduccionista) de que el todo es tan sólo la suma de las partes.
2. *El principio holográfico.* Es decir, poner de manifiesto aquello presente en toda organización compleja: la parte está en el todo y, a su vez, el todo está inscrito en la parte. Por ejemplo: la célula es una parte de un todo (el organismo), pero, a la vez, la totalidad del patrimonio genético está contenido en cada célula individual.
3. *El principio del bucle retroactivo o realimentación.* Aquel que permite el conocimiento de los procesos autorregulados (feedback) y que rompe con el principio de la causalidad lineal. Por ejemplo: hace referencia al procesamiento de la información que le permite a la máquina o al sistema vivo regular su comportamiento, de acuerdo con su funcionamiento real y no en relación con lo que se espera, es un ir y venir permanente de la información, que actualiza esa información y le permite a la máquina o al organismo comportarse de acuerdo con propósitos actualizados.
4. *El principio del bucle recursivo.* Consiste en “un bucle generador”, en el cual los efectos y los productos son, asimismo, productores y causantes de lo que los produce. Por ejemplo: los seres humanos somos producto de un sistema de reproducción (ancestral), pero este sistema no puede reproducirse al menos que nosotros nos convirtamos en productores al “acoplarnos”.
5. *El principio de autonomía/dependencia.* El principio que dice que los seres vivos desarrollan su autonomía en dependencia de su ambiente (en el caso de los seres humanos, de su cultura).
6. *El principio dialógico.* Permite asumir, racionalmente, la inseparabilidad de nociones contradictorias para concebir un mismo fenómeno complejo. Por ejemplo: cuando se considera la especie o la sociedad, el individuo desaparece, pero cuando se considera al individuo es la sociedad la que desaparece. Según este principio, “el pensamiento debe asumir dialógicamente los dos términos que tienden a excluirse entre sí” (Morin, 2002).
7. *El principio de reintroducción del que conoce en todo conocimiento.* Indica que todo conocimiento es una reconstrucción/traducción que una mente/cerebro hace en una cultura y un tiempo determinados (Pereira, 2010, p. 73).

² La base del pensamiento sistémico consiste en reconocer la existencia de una serie de conceptos genéricos aplicables y aplicados en diversos estudios. En donde el todo es superior a la simple suma de las partes.

Se puede concluir, entonces, que para Morin su propuesta de reformar el pensamiento se constituye en un intento por organizar de otra manera el conocimiento, no sólo como una reorganización del currículo en los niveles de la educación, sino como una manera de establecer nuevas ideas bajo el paradigma de la complejidad, “un paradigma que enfatiza en las complejas relaciones que nos constituyen como sujetos humanos” (Pereira, 2010, p. 74), el cual, de acuerdo con Morin, es indispensable para alcanzar el verdadero objetivo de la educación y el cual adoptamos como fundamento epistemológico para aproximarnos al tema de la interdisciplinariedad y correlación de saberes entre el área de matemáticas con el uso de los conocimientos científicos en química.

De este modo, a partir de los fundamentos de Morin se diseñó en la presente investigación una propuesta metodológica donde su principal referente fue la interdisciplinariedad, para este caso particular entre la química y las matemáticas. A lo largo de toda la metodología se observó el interés por parte de los investigadores en develar la correlación existente entre las competencias matemáticas y los conocimientos en química.

2.2 Las competencias

Cuando se habla de competencias vienen a la mente muchas acepciones de esta palabra, etimológicamente hablando este vocablo proviene del latín *cum* y *petere* que traducen capacidad de concurrir o coincidir en la dirección; posteriormente se le da el sentido de: pertenecer a, incumbir, corresponder a, constituyendo de esta manera el sustantivo “competencia” y el adjetivo “competente”, cuya definición corresponde a ser “apto o adecuado” para algo; en este sentido las competencias hacen referencia a una persona que es hábil en el desempeño de una labor asignada (Gallego, 2008).

Poco tiempo después se le otorga un nuevo significado al término *competeter*, en este caso es el de pugnar, rivalizar, contender con, dando así origen a sustantivos como: competición, competencia, competidor, competitividad, competitivo. Igualmente, se puede entender como disputa o contienda entre dos o más personas por alguna cosa (Competencia educativa, 2015). Por su parte, Chomsky (1985) define competencias como “la capacidad y disposición para el desempeño y para la interpretación” (p. 25).

Al respecto Agut y Grau (2001) aclaran que:

El concepto de competencia se relaciona muy estrechamente con otros términos, tales como aptitud o habilidad, que hacen más difícil su conceptualización. Actualmente, términos como el de aptitud y habilidad son muy próximos al de competencia. Incluso en muchas ocasiones los utilizamos de forma indistinta. Sin embargo, si profundizamos en su estudio, encontramos que aptitud, habilidad y competencia, en realidad, hacen referencia a cosas distintas, aunque muy cercanas conceptualmente (p. 14).

De esta manera se puede comprobar que el término “competencia” es un concepto multi-dimensional que incluye distintos niveles, tales como:

El saber (datos, conceptos, conocimientos), el saber hacer (habilidades, destrezas, métodos de actuación), el saber ser (actitudes y valores que guían el comportamiento) y el saber estar (capacidades relacionada con la comunicación interpersonal y el trabajo cooperativo). En otras palabras, la competencia es la capacidad de un buen desempeño en contextos complejos y auténticos. Se basa en la integración y activación de conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores (Álvarez, Pérez, & Suárez, 2008, p. 29).

Ahora bien, en pedagogía una competencia se puede definir como “un conjunto de comportamientos sociales, afectivos y habilidades cognoscitivas, psicológicas, sensoriales y motoras que permiten llevar a cabo adecuadamente un papel, un desempeño, una actividad o una tarea” (Enfoques educativos, 2016, párr. 2), concepto que nos sirve para abordar el tema de las competencias en la educación, el cual veremos a continuación.

2.2.1 Origen del concepto de competencias en educación. Haciendo una revisión histórica se advierte que el término competencia fue empleado inicialmente en las facultades de

Psicología del siglo XVII, para referirse a la capacidad o facultad para movilizar recursos cognitivos con orden, eficacia, y pertinencia (Corominas, 1967). Posteriormente en la Universidad de Cincinnati (Ohio, EUA) se trató de relacionar el desempeño de los estudiantes con la aplicación de los conocimientos enfocado en competencias laborales, esta experiencia se considera como la primera evidencia sobre competencias en el entorno educativo (Correa, 2007).

En Chile, para la década de 1930, se presentó un programa de formación laboral por competencias el cual se consolidó como una espléndida propuesta en Educación Superior (Castro, 2004).

El interés inicial por la investigación sobre competencias surgió en asocio con la evaluación en el desarrollo y la expresión de la inteligencia a través del diseño de pruebas o “test” que dieran cuenta de la capacidad en la resolución de problemas y en la capacidad para realizar eficientemente una tarea en particular (Correa, 2009, p. 7).

Luego de la Segunda Guerra Mundial, el interés por determinar las capacidades en la resolución de problemas se traslada a la escuela, proponiéndose así que las competencias pueden ser desarrolladas o educadas (Ahman y Cook, como se citó en Correa, 2007).

Para finales de los años 60, David McClelland, profesor de psicología de la Universidad de Harvard, indaga sobre las competencias a partir de los resultados de la correlación entre el trabajo exitoso y los test de inteligencia para el ingreso al campo laboral (Correa, 2007), produciendo como resultado una nueva concepción acerca de la relación positiva entre capacidades y desempeño laboral y entre nivel educativo y distribución de ingresos en Estados Unidos. Para la década de 1970, Gerhard Bunk introduce el término “competencias” en el marco educativo, correlacionando la formación y el perfeccionamiento profesional (Maldonado, 2002).

En 1986, en el Reino Unido, como consecuencia de una situación económica precaria, se propone renovar el modelo educativo, al cual se le considera la causa del problema, para lo cual se plantea educar a los profesionales con énfasis en habilidades laborales (Hylland, 1994).

Upegui (2003) en su artículo “Otra vez las competencias” aporta al tema al dejar en claro que:

La competencia se aplica a un campo específico del saber en un contexto determinado, por ello algunos la definen como un actuar situado. Mientras que la capacidad es genérica, la competencia se sustenta en la cognición. La competencia se desarrolla para actuación. (p. 77).

De acuerdo con lo descrito anteriormente se puede apreciar que el modelo de educación basado en competencias surge a partir de una tendencia de carácter “laboral industrial” más que como una tendencia pedagógica. En general, como lo afirma Perrenoud (1999), las competencias se encuentran ligadas a las actividades humanas y se convierten en una acción transversal de todo su quehacer, esto hace que sean aplicables a cualquier actividad o situación, por cual “adquieren una especificidad de contexto” (Perrenoud, como se citó en Correa, 2007, p. 10).

De esta manera al desarrollar sus competencias cada individuo potenciará las habilidades y destrezas que le permitan fortalecer su parte conceptual y metodológica, brindándole la oportunidad de desempeñarse en el campo elegido, adquiriendo así un saber, y mejor aún, un saber hacer en contexto, entendido esto último como:

El conjunto de conocimientos, actitudes, disposiciones y habilidades (cognitivas, socio-afectivas y comunicativas), relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible y con sentido de una actividad en contextos relativamente nuevos y retadores. Por lo tanto, la competencia implica conocer, ser y saber hacer (Trujillo, 2011, párr. 4).

Por último, la UNESCO en la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior plantea el enfoque por competencias como estrategia para el mejoramiento de la calidad de la educación. Con este enfoque se pretende una doble finalidad: primero, la preparación para la vida y la preparación para acceder a la educación superior, en segunda instancia debe brindar los conocimientos, las capacidades y las competencias necesarias para desarrollarse en distintos campos y poder desempeñarse en una variedad de trabajos (UNESCO, 1998). A partir de lo propuesto por la UNESCO a nivel mundial el enfoque de educación por competencias ha

generado gran interés:

Actualmente, el enfoque de competencias dentro del contexto educativo se ha difundido por todo el mundo; así, por ejemplo, en las universidades australianas se denominan “*key competences*”, en Nueva Zelanda prefieren hablar de “*essential skills*”, en el Reino Unido se usa el concepto de “*core skills*”, en Canadá, “*employability skills*”, en Estados Unidos “*workplace know-how*”. Hoy por hoy, el enfoque de educación por competencias está influyendo en la organización laboral y educativa de la Comunidad Económica europea, Estados Unidos, Canadá, Australia, México y otras naciones (Mertens, como se citó en Correa, 2009, p. 9).

De modo tal que mediante la implementación de las competencias en educación se pretende mejorar la coordinación en la formación de los estudiantes, explicando la razón de ser de cada materia y la relación entre las distintas materias; de esta manera los estudiantes aprenden no sólo los contenidos de las materias sino además, y esto es muy importante, aprenden el cómo y el cuándo utilizarlos para resolver o arreglar situaciones de la vida real. Lo anterior se logra mediante la guía de los docentes a través del desarrollo de capacidades como el pensamiento crítico, el análisis, el juicio científico, con la ventaja adicional de que los educandos comprenden la importancia de aprender lo que se les enseña, es decir entienden que no es aprender por aprender sino que la información y el conocimiento que adquieren tienen una función práctica.

A continuación se pasa a describir y analizar las competencias matemáticas y las competencias en ciencias para los alumnos de educación media teniendo presente que, aunque el tema de esta investigación es la interrelación entre competencias matemáticas y químicas, la revisión del estado del arte en cuanto a competencias en química para el bachillerato ofreció muy pobres resultados pues, como se mencionó anteriormente, es un tema muy poco estudiado y los referentes teóricos son escasos, razón por la cual en su lugar se hace una aproximación a las competencias en ciencias.

2.3 Competencias matemáticas

Cuando se hace referencia a las competencias matemáticas se está hablando de las

capacidades para aplicar el razonamiento matemático, es decir de la aptitud para razonar, analizar y comunicar cuando se enuncian o resuelven problemas matemáticos en diferentes situaciones (Rico, 2007). Estas competencias requieren tener conocimientos básicos sobre números, medidas, estructuras, y también de las operaciones entre los anteriores y sus representaciones, así como sobre algunos conceptos matemáticos (números, medidas, operaciones, datos, etc.).

El Ministerio de Educación de España al referirse a este tema afirma que las competencias matemáticas incluyen una serie de valores y actitudes los cuales se fundamentan en características propias como el rigor, la veracidad y el respeto de los datos, y plantea que:

El uso de herramientas matemáticas implica una serie de destrezas que requieren la aplicación de los principios y procesos matemáticos en distintos contextos, ya sean personales, sociales, profesionales o científicos, así como para emitir juicios fundados y seguir cadenas argumentales en la realización de cálculos, el análisis de gráficos y representaciones matemáticas y la manipulación de expresiones algebraicas, incorporando los medios digitales cuando sea oportuno. Forma parte de esta destreza la creación de descripciones y explicaciones matemáticas que llevan implícitas la interpretación de resultados matemáticos y la reflexión sobre su adecuación al contexto, al igual que la determinación de si las soluciones son adecuadas y tienen sentido en la situación en que se presentan (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015, párr. 4).

Con la educación por competencia³ se pretende cerrar, o por lo menos disminuir, la brecha que existe entre el aprendizaje académico y el mundo laboral, y es así como se propuso que se formara a los estudiantes de modo que éstos pudieran desempeñarse efectiva y eficazmente cuando empezaran a trabajar; posteriormente este objetivo se amplió para abarcar no sólo el ámbito laboral sino también el entorno personal y social.

En Colombia el ICFES para la realización de la prueba Saber de matemáticas propone evaluar tres competencias que recogen los elementos centrales de los procesos de pensamiento que se describen en los Estándares básicos de competencias:

³ Modelo que se originó en países como Estados Unidos, Canadá, Inglaterra y Australia.

2.3.1 Interpretación y representación. Esta competencia consiste en la habilidad para comprender y transformar la información presentada en distintos formatos como tablas, gráficos, conjuntos de datos, diagramas, esquemas, etc., así como la capacidad de utilizar estos tipos de representación para extraer de ellos información relevante que permita, entre otras cosas, establecer relaciones matemáticas e identificar tendencias y patrones. Con el desarrollo de esta competencia, se espera que un estudiante manipule coherentemente registros, entre los cuales pueden incluirse el simbólico, el natural, el gráfico y todos aquellos que se dan en situaciones que involucran las matemáticas.

2.3.2 Formulación y ejecución. Esta competencia se relaciona con la capacidad para plantear y diseñar estrategias que permitan solucionar problemas provenientes de diversos contextos, bien sean netamente matemáticos o del tipo de aquellos que pueden surgir en la vida cotidiana y son susceptibles de un tratamiento matemático. Se relaciona también con la habilidad o destreza para seleccionar y verificar la pertinencia de soluciones propuestas a problemas determinados, y analizar desde diferentes ángulos estrategias de solución. Con el desarrollo de esta competencia, se espera que un estudiante diseñe estrategias apoyadas en herramientas matemáticas, proponga y decida entre rutas posibles para la solución de problemas, siga las estrategias para encontrar soluciones y finalmente resuelva las situaciones con que se enfrente.

2.3.3 Argumentación. Esta competencia se relaciona con la capacidad para validar o refutar conclusiones, estrategias, soluciones, interpretaciones y representaciones en situaciones problemáticas, dando razones del porqué, o del cómo se llegó a estas, utilizando ejemplos y contraejemplos, o bien señalando y reflexionando sobre inconsistencias presentes. “Con el desarrollo de esta competencia se espera que un estudiante justifique la aceptación o el rechazo de afirmaciones, interpretaciones, y estrategias de solución basándose en propiedades, teoremas

o resultados matemáticos, o verbalizando procedimientos matemáticos” (ICFES, 2015, p. 38).

2.4 Competencia matemática según PISA

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y dentro de este organismo el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) consideran que la competencia matemática se puede definir como la capacidad que posee una persona para identificar y comprender el rol que desempeñan las matemáticas dentro del mundo , para emitir juicios fundamentados y utilizar e involucrarse con las matemáticas de modo que satisfaga sus necesidades vitales como ciudadano constructivo, reflexivo y comprometido (OCDE, 2006).

La capacidad del individuo para formular, emplear e interpretar las matemáticas en distintos contextos. Incluye el razonamiento matemático y la utilización de conceptos, procedimientos, datos y herramientas matemáticas para describir, explicar y predecir fenómenos. Ayuda a los individuos a reconocer el papel que las matemáticas desempeñan en el mundo y a emitir los juicios y las decisiones bien fundadas que los ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos necesitan (OCDE, 2015, p. 22).

A nivel internacional, se aplica la prueba PISA las cuales permiten evaluar las competencias científicas mediante tres pruebas principales: lectura, matemáticas y ciencias. La OCDE aplica este examen estandarizado cada tres años, desde el año 2000, y en cada una de las aplicaciones profundiza en una de las tres áreas mencionadas.

Los indicadores empleados por PISA para las competencias matemáticas incluyen los tres niveles de complejidad dados por los grupos de expectativas de aprendizaje, siendo dichos indicadores los siguientes:

1. Pensar y razonar
2. Argumentar y justificar
3. Comunicar
4. Modelizar

5. Plantear y resolver problemas
6. Representar
7. Utilizar lenguaje simbólico, formal y técnico, y operaciones
8. Emplear soportes y herramientas tecnológicos

Cada una de estas competencias tiene un grado de complejidad diferente medido por hasta tres niveles que permite valorar hasta qué punto un estudiante ha sido capaz de alcanzar un determinado nivel. Estos indicadores facilitan que un estudiante pueda ser calificado como más o menos competente sin ser evaluado por su nivel de conocimientos, ya que estas competencias matemáticas se logran a lo largo de la vida, estudios y experiencias, y no son, por tanto, absolutas.

2.5 Pruebas Saber

Las pruebas SABER son exámenes de conocimiento diseñadas e implementadas por el ICFES, éstas evalúan periódicamente el desarrollo de las competencias de los estudiantes de educación básica. Los resultados le permiten a la comunidad, los colegios, las secretarías de educación y el Ministerio de Educación valorar los avances en educación y trazar planes y programas de mejoramiento que fortalezcan el proceso educativo.

En 1991 se llevó a cabo por primera vez la evaluación externa en 13 departamentos del país a instituciones educativas a nivel de educación media. Entre 1993 y 1999 se tomó una muestra representativa de estudiantes de los grados tercero, quinto y noveno, a quienes se le aplicaron evaluaciones en lenguaje y matemáticas.

Con la promulgación de la Ley 715 de 2001 se aprueba el carácter obligatorio de la aplicación de la PRUEBA SABER cada tres años, es así como a partir de 2002 se evalúan los grados quinto y noveno de todas las instituciones educativas del país, y en el año 2012 se incluye

el grado tercero. Simultáneamente el Ministerio de Educación Nacional (MEN) estableció anual el periodo de evaluación. Adicional a la evaluación se entrega el formulario de caracterización del entorno, familiar, escolar y educativo en el cual se desenvuelven los estudiantes.

Los resultados de las pruebas y el análisis de los factores asociados, que inciden en los desempeños de los estudiantes, permiten que tanto los establecimientos educativos, como la Secretaría de Educación Distrital y el Ministerio de Educación identifiquen las destrezas, habilidades y valores que desarrollan los estudiantes durante su avance escolar, y de este modo se pueden definir planes de mejoramiento. Su implementación permite valorar los avances, si se han presentado, en un determinado lapso y establecer el impacto de programas y acciones para mejorar (MEN, 2010).

La prueba de matemáticas del examen de Estado SABER 11° se configura con elementos genéricos y no genéricos que se definen según los contenidos y el tipo de situaciones utilizados. El componente genérico de la prueba de matemáticas corresponde a la subprueba de Razonamiento cuantitativo que tendrá un puntaje adicional. Esta subprueba está conformada por un subconjunto de preguntas de la prueba de matemáticas.

2.5.1 ¿Qué se evalúa? Las pruebas SABER evalúan las competencias básicas que deben desarrollar los estudiantes de acuerdo con los ciclos de desarrollo escolar así: de primero a tercero se evalúan en tercer grado, de cuarto a quinto se evalúan en grado quinto, de sexto a noveno se evalúan en grado noveno. Todos los estudiantes se evalúan en las áreas de lenguaje y matemáticas, y su diseño está alineado con los estándares básicos de competencias establecidos por el Ministerio de Educación Nacional, que son los referentes comunes a partir de los cuales es posible establecer qué tanto los estudiantes y el sistema educativo en su conjunto están cumpliendo con unas expectativas de calidad en términos de lo que saben y lo que saben hacer.

La prueba de matemáticas evalúa las competencias que los estudiantes han desarrollado teniendo en cuenta, en primer lugar, la competencia en comunicación, representación y modelación; en segundo lugar, razonamiento y argumentación, y finalmente, planteamiento y resolución de problemas; teniendo en cuenta que para todas ellas se evalúan los componentes: Numérico - Variacional, Geométrico – Métrico y Aleatorio (Para una descripción más detallada de la relación existente entre las competencias y sus componentes ver Anexo 1).

2.6 Competencias científicas

Dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química como ciencia, es fundamental recalcar la importancia del desarrollo de competencias científicas en los estudiantes, la Competencia Científica se define como:

La capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar preguntas y obtener conclusiones a partir de evidencias, con la finalidad de comprender y ayudar a tomar decisiones acerca del mundo natural y de los cambios que la actividad humana produce en él” (PISA, como se citó en Mendoza & Rodríguez, 2009).

Es decir, estas competencias se refieren a la capacidad del individuo para apropiarse, adaptar y transformar los conocimientos y las herramientas de pensamiento que proveen las ciencias naturales y las ciencias sociales para la comprensión del mundo y la solución de problemas de la vida real mediante acciones específicas como:

- Explorar hechos y fenómenos: Con base en honestidad en la recolección de datos y validación, y aquí también es fundamental la curiosidad.
- Observar, recoger y organizar información relevante: Para lo cual es necesaria la disponibilidad para tolerar la incertidumbre y aceptar la naturaleza provisional, propia de la exploración antigua.
- Evaluar los métodos: Reflexionando acerca del pasado, teniendo en cuenta el presente y avizorando el futuro.

- Compartir resultados: Con el deseo y la voluntad de valorar críticamente las consecuencias de los descubrimientos científicos y con disposición para trabajar en equipo.

Para el presente proyecto de investigación adoptaremos la definición de competencias científicas o competencias en ciencias propuesta por Chona, Arteta, Martínez, Ibáñez, Pedraza y Fonseca (2006), en el artículo titulado ¿Qué competencias científicas promovemos en el aula?, según la cual:

Competencia científica es la capacidad de un sujeto, expresada en desempeños observables y evaluables que evidencia formas sistemáticas de razonar y explicar el mundo natural y social, a través de la construcción de interpretaciones apoyados por los conceptos de las ciencias (p. 66).

En este orden de ideas dichas competencias deben ser coherentes y consecuentes con las capacidades que los estudiantes adquieren al ir avanzando en sus estudios, de las cuales deben ir dejando constancia escrita a medida que desarrollan cada una de las fases, de manera similar a como lo hacen los profesionales en ciencias en sus procesos investigativos o como lo hacen los estudiantes que hacen sus trabajos de grado, es decir encontrando un problema a resolver, formulando los objetivos, elaborando un marco teórico, adoptando una metodología, etc., bajo la guía del docente.

En Colombia el ICFES para la realización de la Prueba Saber de ciencias naturales propone evaluar tres competencias que abarcan los elementos fundantes de los procesos de pensamiento que se describen en los Estándares básicos de competencias, a saber: el uso comprensivo del conocimiento científico, la explicación de fenómenos, y la indagación.

A continuación para mejor comprensión se presenta una descripción detallada de cada uno de ellos.

- **2.6.1 Uso comprensivo del conocimiento científico:** Capacidad para comprender y usar conceptos, teorías y modelos en la solución de problemas, a partir del conocimiento

adquirido. Esta competencia está íntimamente relacionada con el conocimiento disciplinar de las ciencias naturales, pero no se trata de que el estudiante repita de memoria los términos técnicos ni las definiciones de conceptos de las ciencias, sino que comprenda los conceptos y teorías y los aplique en la resolución de problemas. Las preguntas buscan que el estudiante relacione conceptos y conocimientos adquiridos con fenómenos que se observan con frecuencia, de manera que pase de la simple repetición de los conceptos a un uso comprensivo de estos.

2.6.2 Explicación de fenómenos: Capacidad para construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón de fenómenos. Esta competencia se relaciona con la forma en que los estudiantes van construyendo sus explicaciones en el contexto de la ciencia escolar. La escuela es un escenario de transición de las ideas previas de los alumnos hacia formas de comprensión más cercanas a las del conocimiento científico. Esta competencia explicativa fomenta en el estudiante una actitud crítica y analítica que le permite establecer la validez o coherencia de una afirmación o un argumento. Así puede dar explicaciones de un mismo fenómeno utilizando representaciones conceptuales pertinentes de diferente grado de complejidad.

2.6.3 Indagación. Vincular a los estudiantes con la forma como se amplía y modifica el conocimiento científico es esencial para formar ciudadanos alfabetizados científicamente. Esta competencia, que en la estructura de la prueba abarca un 40% del total de preguntas, se define como la capacidad para comprender que a partir de la investigación científica se construyen explicaciones sobre el mundo natural. Además, involucra los procedimientos o metodologías que se aplican para generar más preguntas o intentar dar respuestas a ellas. El proceso de indagación en ciencias incluye, entre otras cosas, observar detenidamente la situación, formular preguntas, recurrir a libros u otras fuentes de información, hacer predicciones, plantear experimentos,

identificar variables, realizar mediciones, y organizar y analizar resultados. En el aula de clases no se trata de que el alumno repita un protocolo ya establecido o elaborado por el docente, sino de que el estudiante formule sus propias preguntas y diseñe su propio procedimiento.

2.6.4 Componentes. La comprensión de las ciencias naturales en el contexto de la vida cotidiana va adquiriéndose gradualmente a través de las experiencias que responden a la curiosidad propia de los niños y en la medida en que el estudiante conoce el lenguaje y los principios de la ciencia. La estructura de la prueba propone, entonces, preguntas alrededor de situaciones de la vida diaria para estimular la costumbre de observar el medio y las situaciones del día tras día y de preguntar por los fenómenos desde la perspectiva de las ciencias naturales.

De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta los estándares básicos de competencias, esta prueba se conforma de preguntas que se inscriben en alguno de los siguientes componentes:

- **Entorno vivo:** aborda temas relacionados con los seres vivos y sus interacciones. Se centra en el organismo para entender sus procesos internos y sus relaciones con los medios físico y biótico. Adicionalmente, aborda los siguientes temas unificadores: estructura y función, homeóstasis, herencia y reproducción, ecología, evolución, diversidad y similitud. La salud, entendida como el respeto y cuidado del cuerpo, forma parte de este componente y también del de ciencia, tecnología y sociedad (CTS).

- **Entorno físico:** se orienta a la comprensión de los conceptos, principios y teorías a partir de los cuales la persona describe y explica el mundo físico con el que interactúa. Dentro de este componente se estudia el universo –haciendo énfasis en el sistema solar y la Tierra como planeta– y la materia y sus propiedades, estructura y transformaciones, apropiando nociones o conceptos como mezclas, combinaciones, reacciones químicas, energía, movimiento, fuerza, tiempo, espacio y sistemas de medición y nomenclatura.

- **Ciencia, tecnología y sociedad (CTS):** estimula en los jóvenes la independencia de criterio –basada en conocimientos y evidencias– y un sentido de responsabilidad crítica hacia el modo como la ciencia y la tecnología pueden afectar sus vidas, las de sus comunidades y las del mundo en general. Con este componente se busca un mayor acercamiento entre la ciencia y el mundo del estudiante, propiciando una comprensión más amplia del significado social de los conocimientos científicos y del desarrollo tecnológico.

El componente CTS explora si los estudiantes diferencian entre objetos diseñados por el ser humano y aquellos que provienen de la naturaleza; si reconocen las herramientas y técnicas que ayudan a resolver problemas y contribuyen al bienestar de las personas; si identifican, analizan y explican situaciones o fenómenos en los que la ciencia y la tecnología han cambiado el curso de la vida de la gente, por ejemplo, en el hogar, en la salud, en las comunicaciones y en el transporte. Asimismo, la prueba indaga si los estudiantes reconocen las transformaciones que la ciencia y la tecnología han generado en el medio y en la sociedad.

2.7 Competencias científicas según PISA

De acuerdo con los especialistas de la OCDE la definición apropiada para competencia científica es la siguiente:

Es la capacidad de utilizar el conocimiento científico, identificar cuestiones científicas y elaborar conclusiones basadas en evidencias con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones relativas al mundo natural y a los cambios que ha producido en él la actividad humana (OCDE, 2015).

Es decir, la competencia científica es la habilidad de comprometerse con temas relacionados con la ciencia y con ideas científicas, como un ciudadano reflexivo. Para su análisis las competencias científicas se subdividen en lo que una persona educada científicamente conoce, comprende y es capaz de aplicar, lo que se puede presentar esquemáticamente como las capacidades para explicar fenómenos de manera científica, evaluar y diseñar experimentos y

preguntas científicas, y evaluar y diseñar experimentos y preguntas científicas.

2.7.1 ¿Qué se evalúa? Los estándares básicos proponen siete competencias que, en su conjunto, intentan mostrar cómo el estudiante comprende y usa el conocimiento de las ciencias para dar respuestas a sus preguntas, ya sean estas de carácter disciplinar, metodológico o actitudinal. La prueba aborda tres competencias del campo disciplinar y metodológico del trabajo de las ciencias.

- Uso comprensivo del conocimiento científico.
- Explicación de fenómenos.
- Indagación.

Aunque esta prueba no evalúa las competencias actitudinales, se reconoce su importancia, pues estas se enfocan en la formación de ciudadanos. Esta dimensión consta de cuatro elementos que involucran la formación de personas capaces de comunicarse efectivamente en sociedad y de poder dialogar abiertamente con otros pares sobre situaciones que aquejan a una comunidad: (1) la comunicación, entendida como la capacidad para escuchar, plantear puntos de vista y compartir conocimiento; (2) el trabajo en equipo, visto como una capacidad para interactuar productivamente asumiendo compromisos; (3) la disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento; (4) la disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y para asumirla responsablemente.

Por otra parte, es importante tener en cuenta que el desarrollo de estas tres competencias no puede darse en el vacío. Es por esto que las pruebas de ciencias se elaboran según unos escenarios conceptuales y unas temáticas en los que se involucran estas competencias.

De este modo se observa que existe una gran concordancia entre las competencias evaluadas por el ICFES en las Pruebas Saber y las evaluadas en la prueba PISA.

3. Diseño de Investigación Cualitativa

Teniendo como referente epistemológico, la mirada del pensamiento complejo de Morin se formuló para la presente investigación una organización basada en tres elementos fundamentales: El Sujeto, El Objeto y El Método. El sujeto hace referencia al investigador que abordará el problema de investigación, el objeto es lo que se desea conocer, es decir el problema a abordar, y el método es el camino, la forma en la cual se va a develar el problema de investigación (Aranda, 2008).

Por lo anterior, fue esencial para la investigación diseñar un método que permitiera develar y dar cuenta del objeto o problema de investigación planteado inicialmente. En ese orden de ideas, el presente proyecto se enmarca en la investigación educativa de carácter interpretativo, con un enfoque cualitativo, aunque con un componente numérico, de modo que la investigación cuantitativa puede apoyar a la cualitativa en sus procesos de análisis e interpretación (Bryman, como se citó en Flink, 2015, p. 28). De igual manera, se define dentro de la línea de investigación: Desarrollo de Competencias Científicas, la cual hace parte de la propuesta para el desarrollo de la didáctica de las ciencias de la Pontificia Universidad Javeriana.

La metodología expuesta en esta investigación está dividida en dos aspectos, el primero de ellos denominado Componente Metodológico, hace referencia a todos los aspectos de definición y delimitación metodológica que se emplearán, por ejemplo: El tipo y el enfoque de investigación, la caracterización de la población y la muestra y la elección de los instrumentos a emplear, entre otros. El segundo, llamado Diseño Metodológico, define la forma en la cual el componente metodológico será empleado, en nuestro caso tiene que ver con la manera como se diseñarán, validarán y emplearán el pre-test y el post-test, la forma en la que será aplicada la secuencia didáctica y la manera como se hará la triangulación de la información, todo esto,

respetando el tipo y enfoque de la investigación, y basado en los criterios de análisis de la información formulados por Cisterna (2005).

3.1 Componente metodológico

Hace referencia a todos los aspectos teóricos que conforman la metodología y que son fundamentales para realizar un diseño metodológico pertinente a esta investigación.

3.1.1 Tipo de investigación.

Esta investigación se enmarca dentro un diseño interpretativo, a partir de la triangulación entre los datos cuantitativos y cualitativos obtenidos en los resultados de la investigación. La investigación interpretativa se interesa por “explicar, describir, comprender, caracterizar e interpretar los fenómenos sociales y los significados individuales en la profundidad y complejidad que los caracteriza” (Gutiérrez, Pozo, & Fernández, 2002, p. 534), así pues para emplear este tipo de investigación debemos permanecer durante un tiempo prudencial en el lugar de estudio familiarizándonos con el contexto, la sintomatología o las pruebas, ya que este tipo de estudio se preocupa más por la comprensión de una situación social, grupal o individual que por la predicción o comprobación de una hipótesis.

Adicionalmente es interpretativa por cuanto tiene que ver con proceso holístico que adopta un enfoque general de la situación, buscando comprender los hechos en su totalidad, como un retrato global; en nuestro caso es contextualizado pues tiene en cuenta las relaciones dentro del sistema de las instituciones, desarrollando una teoría o modelo de lo que ocurre en dicha situación. Así mismo, en este tipo de investigación, nosotros como investigadores somos los instrumentos base de la investigación, puesto que somos nosotros quienes construimos el diseño de investigación, encargándonos de compilar, organizar y clasificar la información, para darle sentido y , posteriormente, generar los procesos de construcción del conocimiento

(Cisterna, 2005).

Con respecto al fundamento teórico de la investigación interpretativa Murcia y Ramírez (2017) aclaran que la investigación interpretativa “trata de describir los hechos observados con el fin de comprenderlos y en este sentido, es más importante el descubrimiento de la realidad que la comprobación de una hipótesis” (p. 80), por su parte Bracker (2002) confirma esta afirmación y respalda su pertinencia en nuestra investigación al afirmar que “la investigación social cualitativa, basada en el paradigma interpretativo, quiere detectar el cómo y para qué de comportamientos, buscando estructuras actuales. Su interés principal no son las causas sino la comprensión (*Verstehen*) del significado por interpretación” (p. 97).

Esto nos lleva a afirmar que la investigación interpretativa es un proceso que está sujeto a la construcción del conocimiento, desde una perspectiva subjetiva e intersubjetiva, en el cual se produce la relación entre el sujeto investigador y el sujeto objeto de estudio, es así que la interpretación conduce a que la información sea organizada y cobre sentido, a partir de las estructuras conceptuales previas del investigador (preconceptos) y su relación con los hallazgos que surgen en la investigación

3.1.2 Enfoque de investigación. La presente investigación se formula con base en un enfoque cualitativo mediante el cual se busca comprender y profundizar los fenómenos involucrados en el problema de investigación, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010) sin dejar de lado que, no sólo se busca la producción de nuevos conocimientos, sino que, además, se tiene la intención de explicar o resolver el problema estudiado, de tal manera que el conocimiento generado a partir de la investigación sea relevante para producir soluciones a problemas similares, siguiendo el planteamiento de Flick (2015).

La investigación cualitativa que aquí se propone tiene como objetivo brindar un análisis, una interpretación y una propuesta, que ayuden a determinar qué tanto incide el desarrollo de competencias matemáticas en el aprendizaje de la química. Para lograr este objetivo es imprescindible analizar algunos datos numéricos, es en este punto donde se puede presentar alguna divergencia con la teoría planteada y es por ello que se puede asumir que la investigación presenta un enfoque mixto.

En este orden de ideas y retomando a Hammersley (como se citó en Flick, 2015, p. 27) se pueden distinguir tres formas de combinación entre las investigaciones cualitativa y cuantitativa, sin que necesariamente el resultado sea una investigación mixta, estas son: La triangulación de ambos enfoques, el apoyo de un enfoque en el otro, y la combinación de los enfoques como estrategias complementarias. Por otro lado, Bryman (1992) expone once maneras de integrar las investigaciones cuantitativa y cualitativa, igualmente sin resultar necesariamente en una investigación mixta. Para esta investigación se emplearán las maneras de integración **3, 4 y 10**, que a la letra dicen:

3. La investigación cuantitativa puede apoyar a la cualitativa.

4. Ambas se combinan en o proporcionan un cuadro más general del problema que se estudia.

10. La investigación cualitativa y la cuantitativa pueden ser apropiadas en fases diferentes del proceso de investigación (Bryman, como se citó en Flick, 2015, p. 28).

De acuerdo con lo previamente citado se tiene que la investigación, a pesar de poseer elementos cuantitativos y cualitativos, no es de carácter mixto, es fundamentalmente cualitativa apoyada en un componente cualitativo empleado durante la primera fase del diseño metodológico.

3.2 Caracterización de las instituciones educativas

Antes de entrar a definir la población o la selección de la muestra objeto de estudio en la presente investigación es importante reconocer el macrocontexto en el cual se desenvuelven e interactúan los sujetos participantes. Todos los sujetos presentes en la muestra de investigación son estudiantes pertenecientes a colegios distritales de la ciudad de Bogotá D.C. Dos de ellos ubicados en la Localidad Octava (Kennedy): los colegios Villa Rica I.E.D y El Japón I.E.D, y el otro en la localidad novena (Fontibón): el colegio Atahualpa I.E.D.

Para comprender mejor el escenario donde se llevará a cabo la investigación se hará una caracterización de los colegios (mesocontexto) a los cuales pertenecen los sujetos participantes, esta misma se ha obtenido a partir del trabajo realizado por la comunidad educativa a través de los años, y se ha plasmado en los P.E.I (Proyectos Educativos Institucionales) de cada una de las instituciones educativas.

- Colegio Atahualpa I.E.D:

El colegio Atahualpa I.E.D se encuentra ubicado en la localidad novena (9^a) de Fontibón, en la UPZ 75, en una zona mixta de desarrollo industrial y viviendas, está bajo el cono de influencia del aeropuerto El Dorado, contigua a la pista militar de Catam. Perteneció al estrato socioeconómico 3, aunque atiende población de los estratos 1 y 2 de los barrios aledaños y unos pocos estudiantes de Mosquera, ofreciendo su servicio a una población aproximada de 1500 estudiantes.

Las instalaciones fueron construidas a partir del año 1979, y en el año 1983 inicia labores como escuela distrital atendiendo las necesidades para la básica primaria. En el año 2000, de acuerdo con la Ley 1860, se convierte en institución educativa distrital.

Para el año 2002 inicia la básica secundaria con grado sexto, para ser ampliada a noveno

al año siguiente. En el año 2007 se da inicio a la media académica, proclamando la primera promoción de bachilleres en el año 2008.

Para el año 2017 se da inicio a la media fortalecida al iniciar la articulación con el SENA en las áreas de contabilidad y Call Center.

- Colegio Villa Rica I.E.D:

El Colegio Villa Rica, Institución Educativa Distrital, Sedes A y B se encuentra ubicado en la localidad octava (8^a) de Kennedy. Actualmente está integrado por los centros educativos anteriormente llamados Centro Educativo Distrital Perpetuo Socorro e Institución Educativa Distrital Villa Rica. El Colegio Villa Rica abrió sus puertas en 1968.

En la actualidad la institución ofrece sus servicios en la jornada mañana y tarde, posee una amplia infraestructura distribuida en dos sedes incluyendo: pabellones de clases, laboratorios de física, química y biología, aulas de informática, sala de profesores, biblioteca, entre otros, esto permite generar unas condiciones muy favorables para el desarrollo de actividades académicas, deportivas y culturales de los estudiantes y la comunidad educativa en general, las constituyen un elemento indispensable para el aprendizaje.

Los niveles que funcionan al servicio de la comunidad son:

- Educación Inicial: Jardín de Infantes y Preescolar
- Educación Escolar Básica
- Educación Media Bachillerato: Educación Media Fortalecida y articulación con el SENA, con el desarrollo del área de Ciencias administrativas

La población escolarizada es de carácter mixto, en su mayoría pertenece a los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3 de los barrios aledaños a la institución como lo son Jacqueline, Perpetuo Socorro, Barrio las Luces, Nueva Roma, Timiza, Bosa y Soacha, entre otros.

- Colegio El Japón I.E.D:

La Institución Educativa Distrital El Japón surgió como una pequeña escuela en el año 1963, ubicada en una vivienda en la localidad octava, (Kennedy) como parte del programa presidencial “Alianza para el progreso” con los Estados Unidos. Inicialmente el colegio compartía su infraestructura con el colegio John F. Kennedy en las jornadas diurnas y funcionaba de manera independiente en la jornada nocturna. Desde sus inicios ha estado ubicado en el sector comercial denominado Kennedy Central, sin embargo, frente a la proliferación de locales comerciales y el desplazamiento de los lugares de vivienda hacia otros barrios de la localidad, el colegio ha visto como, año tras año, su matrícula ha disminuido. El servicio educativo se brinda a estudiantes de los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3, principalmente de los barrios Patio Bonito, El Amparo, María Paz, El Tintal y algunos de la localidad vecina de Bosa.

En la actualidad el colegio es totalmente independiente y en él funcionan las jornadas mañana, tarde y noche, siendo de los pocos colegios del distrito capital que aún conserva esta última jornada. En las jornadas diurnas el colegio está organizado por ciclos y por campos del pensamiento, su modelo pedagógico es de carácter constructivista basado en el aprendizaje significativo y sustentado en el desarrollo de competencias.

3.3 Población y muestra

La población en la cual se va a llevar a cabo la investigación corresponde a los estudiantes del grado décimo (10°) de educación media, de tres instituciones educativas distritales de la ciudad de Bogotá D.C. correspondientes a los colegios Villa Rica I.E.D y El Japón I.E.D de la localidad de Kennedy y, el colegio Atahualpa de la localidad de Fontibón.

Esta población fue seleccionada de manera directa por su relación con los investigadores, puesto que cada uno de ellos labora como docente en estas instituciones y adicionalmente

orientan la asignatura de química en los grados anteriormente mencionados. Sin embargo, la población seleccionada es bastante amplia y compleja, razón por la cual se prefiere seleccionar una muestra representativa de los estudiantes de grado décimo de cada institución (microcontexto).

La población a trabajar se distribuye de la siguiente forma:

Tabla 3

Población

Nombre de la institución	Cantidad de grados décimo	Cantidad de estudiantes	Muestra representativa
Atahualpa I.E.D.	1	39	39
Villa Rica I.E.D.	2	64	64
El Japón I.E.D.	3	90	60
<i>Total</i>	6	201	163

Fuente: Elaboración propia.

La muestra total se obtiene de la sumatoria de las muestras representativas determinadas para cada colegio. Para seleccionar las muestras representativas se ha empleado una técnica de muestreo por conveniencia (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010) a criterio de cada investigador, esta decisión se toma con base en el hecho que cada investigador selecciona el grupo que considera que ofrecerá resultados más verídicos en la investigación y con el cual pueda trabajar con mayor comodidad.

En consecuencia, la muestra queda con un total de **163 estudiantes**, siendo 39 del colegio Atahualpa, 64 del Villa Rica y 60 del Japón, tomando a los 60 estudiantes del colegio El Japón I.E.D como grupo focal para la validación de los instrumentos, y a los demás 103 estudiantes

como grupo de investigación.

3.4 Técnicas e Instrumentos para Recolección de la Información.

En el desarrollo de la investigación se tuvieron en cuenta como técnicas e instrumentos para la recolección de datos, los siguientes:

- **Análisis Documental:** Se tuvo como insumo primario las PRUEBAS SABER 9, de los años 2014, 2015 y 2016, en cuanto a los resultados en Matemáticas y Ciencias Naturales de los colegios distritales de las localidades de Kennedy y Fontibón. El objetivo de dicho análisis fue realizar el promedio de los resultados por institución, y en general para todos los colegios, y así determinar como competencias a trabajar, aquellas que presentaron promedios inferiores a 3,0.

- **Conductas de Entrada y de Salida (pre test y post test):** A partir de estos se busca analizar la correlación de las áreas de matemáticas y química, y en especial la incidencia de los bajos resultados obtenidos en la segunda como consecuencia ya sea de las falencias en la primera o por la falta de integración de conocimientos entre las dos asignaturas. Para evaluar estas dificultades se pretende la recolección inicial de la información del manejo de los conceptos de estas dos asignaturas por parte de los estudiantes mediante la aplicación de un pre test (ver Anexo 2), propuesto por la estadística cognitiva: a diferencia de los test tradicionales de estímulo respuesta, ésta propone un modelo de proceso de tipo: pregunta-respuesta, el cual busca que el encuestado emplee la parte cognitiva (procedimental) en el desarrollo de sus respuestas (Castillo, 2009)

El modelo del proceso pregunta respuesta, propuesto por Tourangeau (1984), se desarrolla en 4 fases:

1. Comprender el significado de la pregunta: La interpretación y comprensión de cada

uno de los términos, conceptos e información inmersos en la pregunta, así como la pregunta en su conjunto es parte fundamental para dar una respuesta confiable de parte del encuestado. Por eso se hace necesario brindar al encuestado suficiente información que le permita delimitar de una manera concreta la pregunta y evitar posibles desviaciones según su interés o presiones ajenas a él.

2. Recuperar información de la memoria a largo plazo: Estimar la información necesaria a que debe acudir el encuestado para abordar la pregunta, con los conocimientos necesarios para dar una respuesta acorde con los objetivos planteados por el entrevistador, sin que se produzca desviación de la intencionalidad de la misma. Algunos factores que pueden afectar en la extracción de los conceptos de la memoria a largo plazo son; a) los conceptos inherentes a la pregunta no existen en la memoria de largo plazo. Estos conceptos pudieron ser aprendidos momentáneamente en la memoria de corto plazo, con el ánimo de responder en un momento cercano dado (evaluación) y obtener un buen resultado al inmediato plazo. b) no hay recuperación de la información por la diferencia de los contextos, esta dificultad en particular es del interés de nuestra investigación; ya que según los datos obtenidos en las prácticas pedagógicas los estudiantes no presentan habilidad para integrar conocimientos de las diferentes asignaturas entre sí. Para fortalecer los objetivos de las preguntas y dar la posibilidad de recuperar la información de la memoria a largo plazo, no sólo se contextualizarán las preguntas, sino además se brindará información adicional que coloque al estudiante en contexto. c) Confusión con similares. Esto lleva al encuestado a desviarse de la pregunta, llevándolo a dar respuestas erróneas. d) Interferencia o bloqueo por conceptos similares. La confusión del encuestado por términos semejantes, pero con definiciones totalmente diferentes puede ocasionar en él la no comprensión de la pregunta, la sensación de fracaso y decepción, llevándolo a sentirse

incapacitado para responder la pregunta.

3. Realizar un juicio o evaluación de la información recuperada: El encuestado debe integrar toda la información extraída de la memoria a largo plazo, para lo cual es clave mantener la motivación; la información recuperada debe ser integrada y someterse a evaluación para afrontar la pregunta, esta evaluación puede ser afectada por la parte emocional o social del encuestado e incluso recurrir a heurísticos para llegar a la respuesta.

4. Ofrecer respuesta: Esta etapa se realiza en dos pasos; a) cuando el encuestado ha llegado a establecer su juicio, puede ajustar su respuesta a una de las opciones mostradas por el encuestador, b) de no encontrar relación alguna, el encuestado realiza alternativas que le permitan hacer coincidir su resultado con una posible respuesta propuesta por el entrevistador. Esto claramente lleva a causar errores en los resultados de la investigación (Castillo, 2009).

- Secuencia didáctica.

Como actividad mediadora para el fortalecimiento de las competencias matemáticas y científicas, se realizó una secuencia didáctica fundamentada en las temáticas químicas propuestas en las conductas de entrada y salida. Para comprender mejor su implementación, es importante identificar los referentes teóricos que argumentan y validan la realización de dicha intervención dentro de la presente investigación.

Al respecto Jorge Otero en su documento “Breve manual para elaborar secuencia didáctica” (2016) hace una compilación sobre algunas de las definiciones más relevantes sobre lo que son las secuencias didácticas:

Tabla 4

Definiciones de secuencia didáctica

Autor(es)	Definición
Laura Frade Rubio	Es la serie de actividades que, articuladas entre sí en una situación didáctica, desarrollan la competencia del estudiante. Se caracterizan porque tienen un principio y un fin, son antecedentes con consecuentes
Montserrat Fons Esteve	La manera en que se articulan diversas actividades de enseñanza y aprendizaje para conseguir un determinado contenido.
Antonio Zabala Vidiella	Son un conjunto de actividades ordenadas, estructuradas y articuladas para la consecución de unos objetivos educativos que tienen un principio y un final conocidos tanto por el profesorado como por el alumnado.
Sergio Tobón Tobón	Conjuntos articulados de actividades de aprendizaje y evaluación que con la mediación de un docente buscan el logro de determinadas metas educativas, considerando una serie de recursos.

Fuente: Rodríguez, (2014).

Dentro de las definiciones anteriores las que más relevancia tienen para la presente investigación son las proferidas por Frade y Tobón, puesto que se sitúan en el desarrollo de competencias. Al respecto Tobón plantea que los docentes deben orientar sus acciones pedagógicas y didácticas a formar competencias y no a la transmisión de contenidos (Otero, 2014). Teniendo en cuenta dicho aspecto, la secuencia didáctica aquí propuesta obedece a un constructo desde la química, con el cual se busca favorecer el desarrollo de competencias matemáticas y científicas (ver Anexo 3).

Para planificar la secuencia didáctica se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos: 1. Se definió el tema fundamental a tratar y el grado de conocimientos que los alumnos debían tener a nivel general del mismo (a partir del pretest). 2. Se tuvieron en cuenta los intereses principales de los estudiantes, en consecuencia se plantearon un tipo de actividades que llamaran su atención, a partir del empleo de emoticones, y la secuencia didáctica arrojará los resultados esperados al ofrecer a los alumnos un aprendizaje positivo y significativo.

Las actividades de la secuencia se organizaron en diferentes etapas, divididas de la siguiente forma: **Presentación:** Es el momento en el que el docente hace una introducción sobre el tema a tratar delante del grupo e intentará despertar el interés en ellos. **Comprensión:** En esta etapa el docente investigador intentará descubrir cuánto saben los alumnos sobre el tema a desarrollar y les ofrecerá el contenido necesario para que amplíen sus conocimientos. **Práctica:** Consiste en aplicar las actividades que ayuden a los estudiantes a ejercitar la teoría para acentuar el aprendizaje. Al ver que lo aprendido tiene una aplicación práctica serán capaces de reforzar la utilidad de ese conocimiento. **Transferencia:** El punto final de la secuencia didáctica se compone de una serie de actividades educativas dirigidas a mejorar el desarrollo de las competencias.

Cada una de las fases de la secuencia didáctica es fundamental para favorecer el desarrollo de las competencias matemáticas y científicas en los estudiantes, ya que permiten presentar los conocimientos científicos de una manera articulada y coherente a partir de un hilo conductor el cual, para este caso, serán los temas relacionados con química propuestos en la conducta de entrada.

La secuencia se aplicó a toda la población que presentó la conducta de entrada, con una intensidad de 3 bloques de clase (1 hora 30 minutos), los dos bloques iniciales se dedicaron a los talleres con emoticones y el último bloque se trabajó con los conceptos propios de la química.

- Rubricas de evaluación.

Las rúbricas son guías precisas que valoran los aprendizajes y productos realizados. Son tablas que desglosan los niveles de desempeño de los estudiantes en un aspecto determinado, con criterios específicos sobre rendimiento e indican el logro de los objetivos curriculares y/o las expectativas de los docentes (Gatica & Uribarrén, 2013).

Dentro de la investigación cualitativa basada en datos cuantitativos, las rubricas ofrecen un panorama con relación a la forma en que se puede interpretar la información. Es decir, favorecen la organización de los datos obtenidos en diferentes niveles y dan cuenta del desarrollo de las habilidades de los estudiantes dentro de cada uno de ellos. En este sentido, las rubricas pueden ser de dos tipos, dependiendo de los niveles en los que se puede clasificar la información; en primera instancia están las rubricas holísticas o globales, en ellas la información se clasifica en niveles de desempeño sin dar cuenta de los componentes del proceso que dio lugar a la información. Luego, están las rubricas analíticas, en estas los niveles de organización sí tienen en cuenta los componentes del proceso y los catalogan como niveles de desempeño.

En este orden de ideas los investigadores emplearan una rúbrica de evaluación de tipo analítico para la recolección de la información aportada por los estudiantes al momento de responder las conductas de entrada y salida (ver Anexo 4), la cual fue diseñada con el objetivo de identificar los puntos fuertes y débiles de los estudiantes en cuanto al desarrollo de sus competencias matemáticas.

3.5 Diseño metodológico

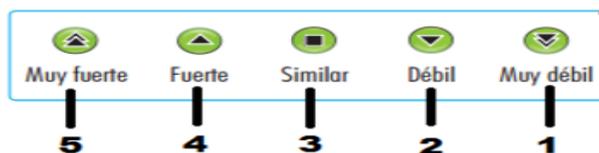
La investigación surge debido a las dificultades observadas en las prácticas pedagógicas para la enseñanza de la química cuando se hace necesario recurrir a los procesos matemáticos, lo cual se evidenció en los bajos resultados obtenidos por los estudiantes de grado décimo, de las

localidades de Kennedy y Fontibón, tanto en evaluaciones al interior de las instituciones, como en las pruebas de evaluación externas (pruebas SABER), con la intención de realizar una intervención que permita, a través de la correlación de los saberes de matemáticas y química, fortalecer los aprendizajes de los estudiantes en química.

Para lograr el cumplimiento del primero objetivo específico, el cual tiene que ver con identificar en los resultados de las pruebas saber (2014 - 2016) las competencias matemáticas en las que presentan debilidades los estudiantes de grado 9° y su incidencia en el aprendizaje de la asignatura de química, se lleva a cabo un análisis estadístico de los resultados obtenidos en las pruebas SABER Noveno (2014 - 2016) para las áreas de Matemáticas y Ciencias Naturales en las Instituciones Educativas Distritales de las localidades de Kennedy y Fontibón.

La transcripción de los resultados de las pruebas SABER noveno (2014 - 2016) para las áreas de Matemáticas y Ciencias Naturales en las Instituciones Educativas Distritales de las localidades de Kennedy y Fontibón en una forma cuantitativa se realiza mediante la asignación de valores, los cuales oscilan de uno a cinco, para los símbolos estadísticos utilizados por el ICFES para presentar los resultados en estas pruebas, como se puede apreciar en la figura 1.

Figura 1. Correspondencia entre símbolos y valores.



Fuente: Elaboración propia.

Luego de realizada la estadística anterior se cuenta con los insumos para determinar cuál o cuáles son las competencias en las que se presentan mayores falencias y establecer si existe relación directa entre estas competencias, el currículo que se aborda en la escuela y las

competencias que el MEN ha establecido para grado noveno y décimo y su correspondencia con las dificultades observadas en la enseñanza de la química en la escuela, con lo cual se aborda el segundo objetivo, que tiene que ver con el establecimiento de la correlación entre los saberes del área de matemáticas para fortalecer las competencias de química.

Posterior a este análisis se aplicará a la población objeto de estudio (estudiantes de grado décimo de los colegios, Villa Rica de Kennedy y Atahualpa I. E. D. de Fontibón) una conducta de entrada, previamente estandarizada y avalada, con el fin de determinar si efectivamente las falencias se presentan en las competencias obtenidas mediante el análisis estadístico.

Con los resultados obtenidos a partir de las competencias con dificultades según las pruebas SABER, de la correlación entre las competencias que muestran dificultades en las áreas de matemáticas y química y de la conducta de entrada se pretende realizar una intervención teórica práctica en la cual los estudiantes se vean abocados a utilizar y correlacionar los saberes de las dos asignaturas con lo cual se pretende realizar una intervención la cual permitirá fortalecer las competencias en química mediante la utilización de los procesos matemáticos, y de este modo se abordará el tercer objetivo que propone realizar una secuencia didáctica que le permita al estudiante aplicar las competencias matemáticas intervenidas, para obtener como resultado la mejora en el aprendizaje de la asignatura química.

Finalizada la secuencia didáctica, se procede a valorar su incidencia sobre los educandos, como también la motivación y el aprovechamiento de las actividades en el fortalecimiento de las competencias científicas, lo cual nos lleva al cuarto objetivo: Valorar la incidencia del fortalecimiento de las competencias matemáticas en el aprendizaje y ejecución de procesos químicos cuantitativos, esto se llevará a cabo aplicando nuevamente el instrumento utilizado para valorar la conducta de entrada, el mismo aplicado al inicio, y de este modo se podrá determinar

si la secuencia fue efectiva o no.

3.5.1 Fases de la investigación

Fase Diagnóstica: Se determinó el tipo de competencias matemáticas y ciencias naturales que presentan falencias teniendo como base las pruebas SABER 9.

Fase de Diseño:

- Se diseñó un instrumento diagnóstico que permitió evidenciar y contrastar los resultados obtenidos de las pruebas SABER.

- Se diseñó una unidad didáctica que incluyó los componentes que sirvieron para reforzar las competencias matemáticas necesarias para abordar la temática de Estequiometría. En la unidad didáctica se propusieron varios ejercicios que requerían la aplicación de competencias matemáticas para el desarrollo de tratamientos estequiométricos que den cuenta de las cantidades necesarias para su obtención.

Fase de Validación:

La validación de un instrumento hace referencia a los criterios de confiabilidad y validez de este, para ser aplicado en una situación particular (Soriano, 2014). Para la presente investigación los instrumentos diseñados y validados correspondieron a la conducta de entrada y salida, la rúbrica de evaluación y las actividades de la secuencia didáctica.

Todos los instrumentos empleados para la recolección de información fueron validados teniendo en cuenta inicialmente el juicio de valoración por expertos, para lo cual los instrumentos se sometieron a evaluación por parte de personas cuya especialización y/o experiencia académica o de investigación se relaciona con los temas abordados. Los expertos en este caso fueron dos docentes de química de la Universidad Libre y un docente de metodología de la investigación de la Universidad Minuto de Dios - Uniminuto.

Posteriormente se realizó validación mediante la aplicación de prueba piloto, es decir, que los instrumentos fueron aplicados a una muestra preliminar con características similares a la muestra objeto de estudio; en este caso se tomó un grupo focal seleccionado dentro de la misma muestra de análisis correspondiente a 60 estudiantes del colegio El Japón I.E.D.

Fase de Implementación:

- Inicialmente se aplicó el instrumento diagnóstico diseñado con el fin de identificar y evaluar cuantitativamente el nivel en el cual se encuentran las competencias de los estudiantes.
- Posteriormente se implementó la unidad didáctica en los estudiantes, como un instrumento a través del cual se busca subsanar las falencias detectadas en la prueba diagnóstica.
- Como paso final se aplicó nuevamente el instrumento de diagnóstico como prueba de salida con el fin de verificar si se presentan avances en el proceso de aprendizaje.

3.5.2 Técnica de análisis de la información recogida

En coherencia con el tipo de investigación y el enfoque de la misma, enmarcada dentro del pensamiento complejo y la interdisciplinariedad de Edgar Morin, el análisis de resultados de la presente investigación se realiza desde una acción encaminada a lo que Francisco Cisterna denomina “Racionalidad Hermenéutica” (dentro de los métodos cualitativos), para lo cual se propone como aspectos a tener en cuenta por el investigador: la formulación de categorías apriorísticas sin desconocer que también se pueden presentar categorías emergentes a lo largo del análisis; el análisis de la información a partir de la triangulación ascendente y dialéctica, y la interpretación de la información desde los criterios claros formulados por el investigador (Cisterna, 2005).

Estos aspectos son fundamentales puesto que ponen de manifiesto que la construcción del

conocimiento es un proceso subjetivo e intersubjetivo entre el investigador y el objeto de estudio, considerado como los hallazgos propios que surgen de la investigación. De este modo la racionalidad hermenéutica supone un proceso interpretativo en el cual la validez y confiabilidad del conocimiento generado dependen particularmente del rigor que presenten los investigadores, puesto que son estos quienes construyen el diseño de investigación, recopilan la información y, finalmente, le dan sentido (Cisterna, 2005, p. 62).

4. Presentación de resultados

4.1 Análisis documental: Pruebas Saber. A partir de los referentes mencionados previamente para esta investigación se generaron unas categorías apriorísticas o iniciales, correspondientes a las competencias Matemáticas y Científicas evaluadas en las Pruebas Saber, para los estudiantes del grado Noveno (9°) de educación básica secundaria. Sin embargo, ante la evidencia de que las observaciones realizadas por los investigadores y las premisas generadas al interior de los colegios sobre las competencias en donde los estudiantes presentan mayores falencias no eran argumento suficiente, se procedió a hacer un análisis más riguroso sobre los resultados reales obtenidos en Matemáticas y Ciencias Naturales por los colegios distritales pertenecientes a las localidades de Kennedy y Fontibón en las Pruebas Saber.

Con la realización de dicho análisis se buscaba determinar cuáles eran las competencias, tanto matemáticas como científicas, en las cuales los estudiantes obtenían desempeños más bajos (como se propuso en el primer objetivo específico de esta investigación) y, a partir de dicho hallazgo, realizar un trabajo de intervención académica para estipular si el fortalecimiento de las competencias matemáticas afectadas favorece el uso de los conocimientos científicos en química. Con esto en mente y para poder determinar las competencias matemáticas y científicas que

finalmente serían definidas como categorías a priori y delimitarían el objeto de estudio de la presente investigación, se procedió a hacer un análisis estadístico de los resultados obtenidos por los colegios distritales de las localidades de Kennedy y Fontibón en las pruebas de Matemáticas, entre los años 2014 y 2016, y de Ciencias Naturales en los años 2012, 2014 y 2016⁴; lo anterior nos brinda una estadística que abarca tres años para cada prueba.

Para realizar tal análisis se extrajeron de la página web oficial del ICFES⁵ los resultados obtenidos por las instituciones durante los años citados, se procedió a tabularlos clasificando las tres competencias Matemáticas (Razonamiento, Comunicación y Resolución) y las tres competencias en Ciencias Naturales (Uso del Conocimiento científico, Explicación e Indagación) obteniendo así los promedios en las competencias para cada institución y los promedios finales de todas las instituciones analizadas. Dichos promedios se consiguieron al categorizar numéricamente las escalas generadas por el ICFES, de acuerdo con la siguiente clasificación formulada por los investigadores: Muy fuerte (5), Fuerte (4), Similar (3), Débil (2) y Muy débil (1). Las escalas cualitativas son generadas por el ICFES como un recurso comparativo entre las instituciones y la media nacional referente para cada año objeto de estudio (ICFES, 2017). En consecuencia las competencias en las que los estudiantes obtuvieron sus puntajes por debajo del criterio **Similar (3)** serán las que se deban intervenir en la investigación (Ver Anexos 5 y 6).

Una vez asignados los valores numéricos correspondientes para los resultados de los diferentes colegios, se procedió a determinar los promedios por institución de cada una de las competencias evaluadas. Posteriormente se calculó la media de las instituciones para cada una de

⁴ Debido a su presentación bianual.

⁵ <http://www.icfes.gov.co/instituciones-educativas-y-secretarias/pruebas-saber-3-5-y-9/resultados-pruebas-saber-3-5-y-9/informacion-general>

las competencias, determinando cuáles de ellas fueron las que presentaron resultados por debajo de 3 puntos.

Como resultado se obtuvo que las competencias en las cuales los estudiantes de las localidades de Kennedy y Fontibón presentaron mayores falencias en Matemáticas fueron: Razonamiento (Promedio: 2,9) y Resolución (Promedio: 2,8), mientras que en Ciencias Naturales fue Explicación (Promedio: 2,7). Con base en esta estadística se determinó que las competencias anteriormente mencionadas eran las categorías iniciales de la investigación. Con los resultados así obtenidos se diseñó un instrumento (Anexo 2) en el cual se reevaluaban las competencias matemáticas y científicas en las cuales los estudiantes presentaron mayores dificultades, con el fin de determinar si en la muestra objeto de estudio se presentaban las mismas dificultades.

Para tal efecto el instrumento se organizó en dos cuadernillos, uno teórico en el cual los investigadores brindaban toda la información conceptual que consideraron pertinente en cuanto a química para resolver las situaciones, y el otro de ejercicios organizado por situaciones (cinco en total) en las cuales se correlacionaron las competencias matemáticas, razonamiento y resolución, con la competencia científica: Explicación, de la siguiente manera:

Tabla 5

Correlación competencias matemáticas y científicas

Aspecto	Competencia matemática	Tema en química
Situación 1	Resolución	Factores de conversión
Situación 2	Resolución	Propiedades de la materia – densidad
Situación 3	Razonamiento	Determinación de masas moleculares

Situación 4	Razonamiento	Estequiometría
Situación 5	Razonamiento	Balaceo y estequiometría

Fuente: Elaboración propia.

El instrumento evaluativo diseñado fue empleado como conducta de entrada y salida, mediado por una intervención (secuencia Didáctica) con el fin de determinar si la correlación entre las competencias matemáticas y científicas afectadas favorece el aprendizaje de la química. Este ejercicio se enmarca dentro del segundo objetivo de la presente investigación, puesto que permite a los investigadores determinar inicialmente cuales son las correlaciones de saberes matemáticas- química que más se ven afectadas cuando se presentan falencias en las competencias matemáticas, y posteriormente, analizar si después de la intervención y el fortalecimiento de las competencias afectadas se presentó una mejoría en los estudiantes en cuanto al uso de los conocimientos científicos en química.

4.2 Pretest (Conducta de entrada). La conducta de entrada diseñada se basa en las 4 fases del modelo de proceso pregunta–respuesta propuesto por Tourangeau (como se citó en Castillo, 2009) y corresponde a una prueba que consta de cinco situaciones con diferentes preguntas, en la que se correlacionan las competencias matemáticas en su componente numérico-variacional con la competencia científica. Inicialmente la prueba contaba con un grupo de 10 situaciones, seleccionadas por los investigadores por su pertinencia en la correlación entre las competencias matemáticas y científicas, y fundamentadas en conocimientos químicos, no obstante luego del proceso de validación y en coherencia con el modelo base, se optó por dejar únicamente 5 situaciones con las cuales el estudiante pudiera comprender el significado de la pregunta, recuperar información de su memoria a largo plazo o extraerla del cuadernillo teórico entregado (ver Anexo 7), relacionar la pregunta con la información recuperada y realizar un

juicio, para finalmente, ofrecer una respuesta a la situación planteada (Castillo, 2009).

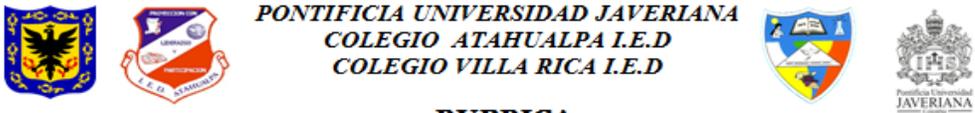
Dentro de las preguntas propuestas en las situaciones se tuvieron en cuenta diferentes alternativas con el ánimo de hacer su resolución más amena, de este modo se formularon preguntas Tipo I, es decir aquellas que constan de un enunciado y cuatro opciones de respuesta siendo solamente una la respuesta correcta (ICFES, 2017); también se plantearon preguntas abiertas, en las cuales el estudiante debe inferir la respuesta correcta, asimismo preguntas de relación, en las cuales se presentan enunciados y respuestas al estudiante para que éste los relacione correctamente (Castillo, 2009). De igual manera, en todas las preguntas se solicitó a los estudiantes realizar los procedimientos que consideraran pertinentes para hallar las respuestas correctas y se les dio la opción de poder emplear el cuadernillo teórico, en caso de alguna duda.

Una vez validado el instrumento por parte de dos expertos y con un grupo de estudiantes, se procedió a aplicarlo a la muestra. Los resultados obtenidos se clasificaron y tabularon teniendo en cuenta una rúbrica de evaluación de tipo analítico diseñada por los investigadores, la cual también fue validada y posteriormente empleada por cada uno de los estudiantes de la muestra, en ella se tuvieron en cuenta las cinco situaciones con sus respectivas preguntas y se organizaron cinco niveles de desempeño en los cuales se podría ubicar a los estudiantes. El primer nivel de desempeño en la rúbrica corresponde a los estudiantes que presentan tanto el procedimiento como la respuesta correctos a la pregunta, este se asume como el nivel máximo de correlación; posteriormente vienen dos niveles intermedios, donde el estudiante da cuenta de la respuesta pero con un procedimiento incorrecto o sin presentar ningún procedimiento, por tanto se hace complejo determinar si el estudiante llega a la respuesta por descarte o porque realmente posee la competencia; el cuarto nivel representa a los estudiantes que, aunque presentaron algún tipo de procedimiento, lo hicieron de manera incorrecta y no obtuvieron una respuesta correcta, y

finalmente, en el último nivel de desempeño están los estudiantes que optaron por no resolver la situación. Los niveles de desempeño cuarto y quinto se consideraron como niveles mínimos para los estudiantes y las situaciones que obtuvieron mayor cantidad de estudiantes en dichos niveles fueron las consideradas como ejes temáticos para la intervención.

De igual manera, como parte del proceso, a los estudiantes se les entregaron sus resultados en las rúbricas con unos puntajes correspondientes a los niveles de desempeño obtenidos, así al nivel de desempeño máximo se le asignó una puntuación de 10, a los niveles intermedios se les asignó un valor de 5 puntos y a los niveles mínimos 0 puntos, de modo que como puntaje máximo un estudiante podría obtener 130 puntos y como puntaje mínimo 0 puntos.

Figura 2. Rúbrica empleada para la recolección de datos.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
COLEGIO ATAHUALPA I.E.D
COLEGIO VILLA RICA I.E.D

RUBRICA

ESTUDIANTE:	DESEMPEÑOS							INSTITUCION:
	COMPETENCIA	NIVEL	Presenta procedimiento CORRECTO y obtiene respuesta CORRECTA (10)	NO presenta procedimiento y obtiene respuesta CORRECTA (5)	Presenta procedimiento INCORRECTO y obtiene respuesta CORRECTA (5)	Presenta procedimiento INCORRECTO y obtiene respuesta INCORRECTA (0)	NO resuelve la situación (0)	PUNTAJE OBTENIDO
SITUACIÓN 1	RESOLUCIÓN	Mínimo	a					0
			b					0
			c					0
			d					0
SITUACIÓN 2	RESOLUCIÓN	Satisfactorio						0
SITUACIÓN 3	RAZONAMIENTO	Satisfactorio						0
SITUACIÓN 4	RAZONAMIENTO	Avanzado	a					0
			b					0
SITUACIÓN 5	RAZONAMIENTO	Avanzado	1a					0
			1b					0
			1c					0
			2					0
			3					0
OBSERVACIONES:							TOTAL:	0

Fuente: Elaboración propia.

A partir de las rubricas generadas para cada estudiante se estableció como primer paso la relación total de los estudiantes de cada institución en una rúbrica general y posteriormente los promedios obtenidos por situación para toda la muestra. Lo anterior permitió determinar los

promedios ponderados para cada situación y para cada nivel de desempeño, así como construir las gráficas de relación para triangular la información obtenida. Este procedimiento se realizó a partir de las respuestas generadas al interior de cada colegio, de su posterior comparación entre instituciones y, finalmente, del análisis de la totalidad de la muestra en pleno.

El fin de este análisis de la conducta de entrada, fue constatar cuales son las competencias matemáticas en las que los estudiantes presentan mayor dificultad, pudiendo llegar a afectar el desarrollo de las competencias en química. Esto teniendo en cuenta que el análisis estadístico de los resultados en las pruebas Saber de todas las instituciones ya había ofrecido una respuesta preliminar, y que los hallazgos obtenidos en la conducta de entrada marcan el punto de partida frente a la pregunta problema y los objetivos de la investigación.

Los resultados de la conducta de entrada fueron analizados teniendo en cuenta el proceso de triangulación hermenéutica, para lo cual inicialmente se recogió y organizó toda la información obtenida en las rúbricas individuales por estudiante a partir de los criterios de pertinencia y relevancia con las categorías a priori; posteriormente se procedió a triangular la información, primero al interior de cada colegio, luego como una contrastación entre los dos colegios y finalmente entre todos los individuos de la muestra. Luego teniendo en cuenta la rúbrica general del colegio se establecieron promedios ponderados entre las situaciones con el fin de analizar el comportamiento de los resultados frente a las competencias evaluadas por situación, de este modo a partir de la rúbrica final con los promedios ponderados se establecen los parámetros de análisis y las gráficas para establecer el contraste entre las instituciones para, finalmente, establecer las conclusiones a la luz del marco teórico y de la interpretación de los investigadores.

Los resultados obtenidos en la conducta de entrada y su posterior análisis permitieron

conocer el estado de las habilidades matemáticas con mayor nivel de desarrollo en los estudiantes, y a su vez también determinar cuáles son aquellas en las que presentan bajos resultados y su incidencia en el desarrollo de las competencias científicas, especialmente en química, para así orientar la intervención hacia el desarrollo de las competencias con menor desempeño, buscando favorecer el aprendizaje de la química.

El análisis inicial se hace a partir de la triangulación de la información para cada estamento efectuado por medio de la extracción de conclusiones ascendentes, para ello se van agrupando y cruzando las respuestas dadas hasta obtener conclusiones de primer, segundo o tercer nivel (Cisterna, 2005). Para la presente investigación las respuestas se agruparon según la situación evaluada y se cruzaron entre los niveles de desempeño de la rúbrica.

Con relación a los resultados obtenidos para el Colegio Atahualpa I.E.D., se pudo determinar que la situación en la cual los estudiantes presentan mayor nivel de desempeño en la competencia es la situación 3, el 90% de los estudiantes respondió de manera acertada, resultando correctos tanto la respuesta como el procedimiento. En esta situación se les pidió hallar las masas moleculares de algunos compuestos y relacionarlas con sus fórmulas moleculares, esta situación se enmarca dentro de la competencia Razonamiento haciendo uso de sus componentes: Reconoce patrones en secuencias numéricas, Interpreta y usa expresiones algebraicas equivalentes, e Interpreta tendencias que se presentan en un conjunto de variables relacionadas. (ICFES, 2017).

Posteriormente se encuentra la situación 2 (69% de respuestas acertadas) en la que se pidió determinar las densidades para diferentes muestras, todas ellas a partir del mismo volumen, la cual se encuentra dentro de la competencia Resolución basada en el componente: Resuelve problemas en situaciones aditivas y multiplicativas en el conjunto de los números reales. Sigue

en su orden la situación 4 (44%) donde se entregó al estudiante una ecuación química balanceada y se le solicitó realizar algunos cálculos estequiométricos, se dispone en la competencia Razonamiento, componente: Usa representaciones y procedimientos en situaciones de proporcionalidad directa e inversa. En cuarto lugar, se encuentra la situación 1 (28%) asociada a factores de conversión entre múltiplos y submúltiplos, la competencia en este caso es Resolución y su componente: Resuelve problemas en situaciones de variación en contextos aritméticos. (ICFES, 2017)

Finalmente, la situación en la que este grupo de estudiantes presentó los desempeños más bajos fue la número 5, correspondiendo a un problema estequiométrico a partir de unas ecuaciones químicas sin balancear, el 19% de los estudiantes logró balancear las ecuaciones y tan solo el 9% realizó los cálculos, esta situación pertenece a la competencia Razonamiento en su componente: Desarrolla procesos inductivos y deductivos con el lenguaje algebraico para verificar conjeturas. (ICFES, 2017)

De este modo se encontró que en el colegio Atahualpa I.E.D se presenta un contraste entre los componentes de las competencias evaluadas, mientras que la situación 3 presenta un nivel bastante alto, las otras presentan niveles sumamente bajos (con una marcada diferencia en porcentajes). Este fenómeno quizás obedece a la manera en que los estudiantes ven las operaciones matemáticas, ya que nuestros estudiantes perciben la matemática como algo aburrido, un conjunto de temas misteriosos que no se entienden y, ante todo, desconectados de la realidad y sin ninguna aplicación (Uzuriaga & Martínez, 2006). Es probable que al presentar situaciones matemáticas en contexto, particularmente desde la química, los estudiantes sientan que no son procesos matemáticos, sino que se plantean situaciones que son del dominio netamente químico, y es entonces cuando el proceso se fractura al tratar de relacionar ambos

conocimientos dentro del mismo contexto.

Es este hallazgo preliminar el que da sustento primario a la investigación, puesto que permite a los autores reconocer que en el colegio Atahualpa I.E.D sí se presenta una desarticulación y una falta de relación entre las competencias matemáticas y científicas, generando como resultado que se vean afectados de manera negativa los desempeños en química de sus estudiantes. A partir de esta premisa se consideró que para esta institución se debía diseñar una intervención que abordara ambas competencias, fundamentándolas en la parte química correspondiente a Balanceo y Estequiometría.

De igual manera, el mismo procedimiento se realizó para los resultados del Colegio Villa Rica I.E.D de la localidad de Kennedy, inicialmente se tabuló en la rúbrica todos los resultados de los estudiantes, posteriormente se hallaron los ponderados por nivel de desempeño y por situación para la totalidad de estudiantes y, finalmente, se agruparon y cruzaron las respuestas para obtener las inferencias.

En este orden de ideas, las respuestas de los estudiantes del Colegio Villa Rica I.E.D. muestran que la situación con resultados más favorables es la número 3, con un 84% de estudiantes en el máximo nivel, es decir, con procedimiento y respuesta correctos; en segundo lugar aparece la situación 5, en su relación con el balanceo de ecuaciones (44%) pero es importante tener en cuenta que su parte estequiométrica sigue presentando falencias sustanciales; de igual manera, la situación 1 pasa a ocupar el tercer lugar obteniendo el 39% de respuestas y procedimientos acertados; la cuarta posición en orden de porcentajes de acierto la ocupa la situación 4 generando el 33% de estudiantes con máxima puntuación; la siguiente situación es la número 5, pero en su componente estequiométrico, obteniendo un 16% de estudiantes con resultados satisfactorios, y finalmente, la situación que presenta niveles de desempeño mínimo

en los estudiantes para el caso del colegio Villa Rica I.E.D es la situación 2 con tan solo un 9% de los estudiantes en el máximo nivel.

En este sentido el análisis de datos realizado para el colegio Vila Rica I.E.D corroboró que efectivamente existe una variación sustancial con relación al nivel de competencia y desempeño alcanzado por sus estudiantes para la situación 3, en contraste con las demás situaciones (tal como en el caso del colegio Atahualpa I.E.D). De igual manera pone de manifiesto que existe una diferencia en cuanto a los resultados logrados por los estudiantes del colegio Atahualpa I.E.D, mientras que en una institución los estudiantes alcanzaron mayor desempeño en unas situaciones, en la otra institución esos niveles de desempeño se hallaron en otras situaciones.

La situación presentada entre las dos instituciones quizás obedece a lo formulado por Gallego (2008), en cuanto a que el desarrollo de las competencias está ligado a las actividades humanas y al contexto del individuo, tal vez la diferencia de localidad, los tipos de población que se manejan en las instituciones y hasta las estrategias didácticas y pedagógicas empleadas por los maestros marcan un referente para que se presente esta diferenciación en los resultados de cada institución. Sin embargo, dentro de un contexto de educación global con pertinencia y calidad, que busca preparar para la vida (MEN, 2016) el desarrollo de competencias es una estrategia para mejorar la calidad de la educación y le permite al estudiante adquirir los conocimientos y las capacidades necesarias para desarrollarse en distintos campos y poder desempeñarse en una variedad de trabajos (UNESCO, 1998).

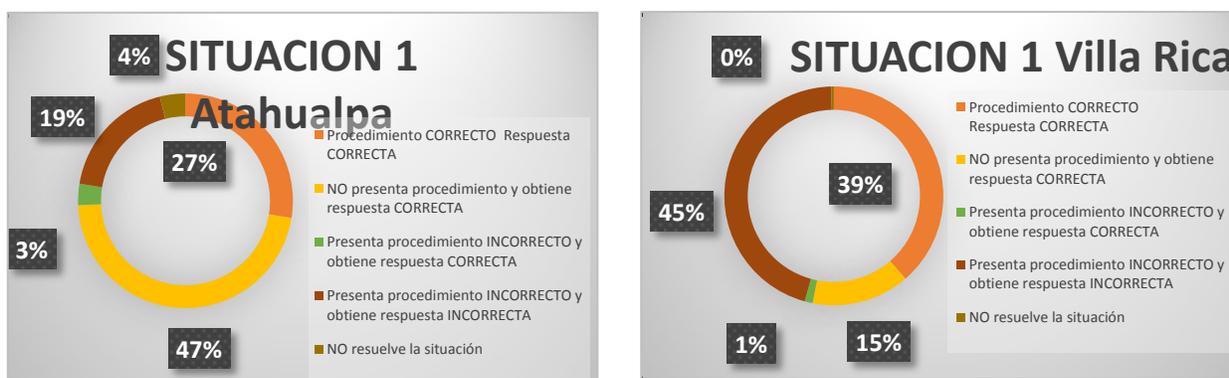
Esto significa que el docente debe velar por que todos sus estudiantes, o por lo menos la mayoría, desarrollen los niveles de competencia adecuados; en este caso particular en las competencias matemáticas y científicas que le permitan desenvolverse en el campo de la

química. Pero no es un secreto que en el sector educativo público colombiano y aún más en el medio educativo distrital se marcan hondas diferencias entre todas las instituciones, los presupuestos varían de un colegio a otro; los proyectos, actividades y hasta los servicios de alimentación también depende de la institución, en especial de sus resultados en el ISCE⁶; no es de extrañar entonces, que también se presenten diferencias en los resultados de sus procesos académicos.

En este caso particular la diferencia presentada en los resultados de las dos instituciones generó la necesidad de realizar una contrastación entre las respuestas de ambos estamentos o triangulación interestamental (Cisterna, 2005), en la cual se pudieran establecer relaciones de comparación entre los colegios a partir de las situaciones planteadas y los resultados obtenidos para cada una de ellas. Esta contrastación se realizó a través de las gráficas de los resultados para cada colegio y la posterior determinación de los puntos de convergencia y divergencia en las categorías analizadas. Cada una de las gráficas representa una de las situaciones evaluadas en la conducta de entrada para cada colegio y en ella los resultados, permitiendo de este modo contrastar el comportamiento en los niveles de desempeño.

- **Situación 1: Ejercicios de conversión de unidades**

Gráfica 1. Situación 1.



⁶ Índice Sintético de Calidad Educativa (ISCE). Herramienta que permite evaluar de 1 a 10 el proceso educativo de los colegios.

Fuente: Elaboración propia.

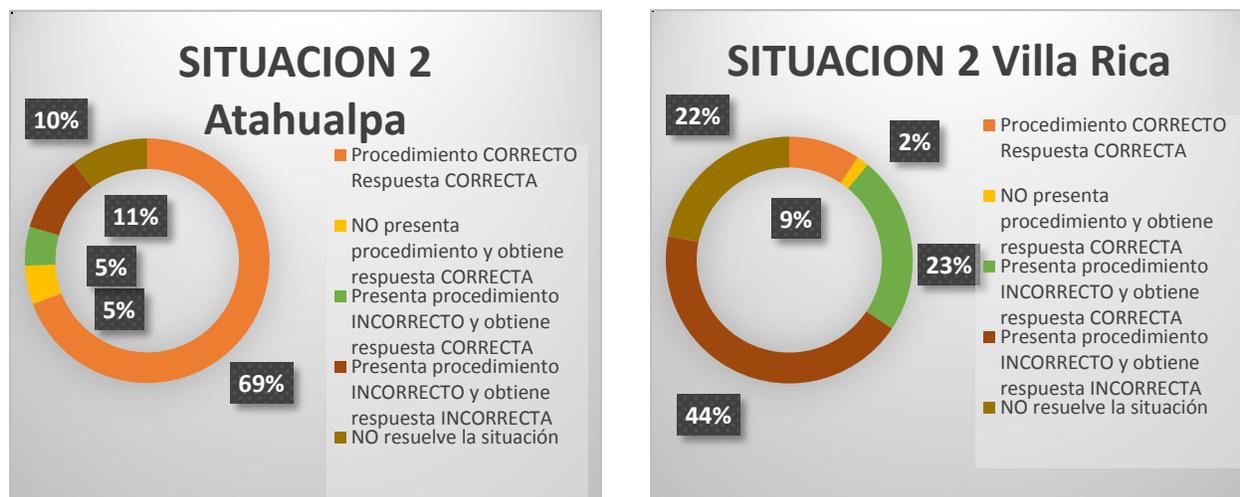
Resultados Atahualpa.	Resultados Villa Rica.
27% muestran procedimiento y respuesta correcta.	39% muestran procedimiento y respuesta correcta.
77% presentan dificultad en el procedimiento	61% presentan dificultad en el procedimiento

En las dos instituciones educativas se observó un promedio inferior a la media (50%) en el nivel de desempeño, respuesta y procedimiento correctos. Aunque en el colegio Atahualpa I.E.D se presentó un número significativo de respuestas correctas sin procedimiento (47%) esto quizá obedece a que resuelven la situación mediante procedimientos del sistema métrico decimal, es decir, únicamente corriendo la coma, sin necesidad de realizar factor de conversión o regla de tres simple, o por descarte. Sin embargo, este aspecto presenta un inconveniente puesto que expresa debilidad en el manejo de la competencia y fundamentalmente en su componente: Resuelve problemas en situaciones de variación en contextos aritméticos (ICFES, 2017) ya que los estudiantes no plantearon los procedimientos variacionales para las conversiones entre múltiplos y submúltiplos o viceversa (Arreguín, Alfaro, & Ramírez, 2012).

Se puede inferir, entonces, que los estudiantes no necesariamente emplearon su competencia matemática para resolver esta situación, sino que probablemente trataron de hacerlo por descarte al tratarse de una pregunta Tipo I (Opción Múltiple), lo cual también demuestra, que debido a la necesidad de preparar a los estudiantes para las pruebas estandarizadas (tipo pruebas Saber) se les está condicionando a tratar de obtener simplemente respuestas y se deja de lado los procedimientos y el desarrollo de competencias que den cuenta de esos procedimientos y esas respuestas.

- **Situación 2: Ejercicios de densidad.**

Gráfica 2. Situación 2.



Fuente: Elaboración propia.

Resultados Atahualpa.	Resultados Villa Rica.
69% muestran procedimiento y respuesta correcta.	9% muestran procedimiento y respuesta correcta.
31% presentan dificultad en el procedimiento	91% presentan dificultad en el procedimiento

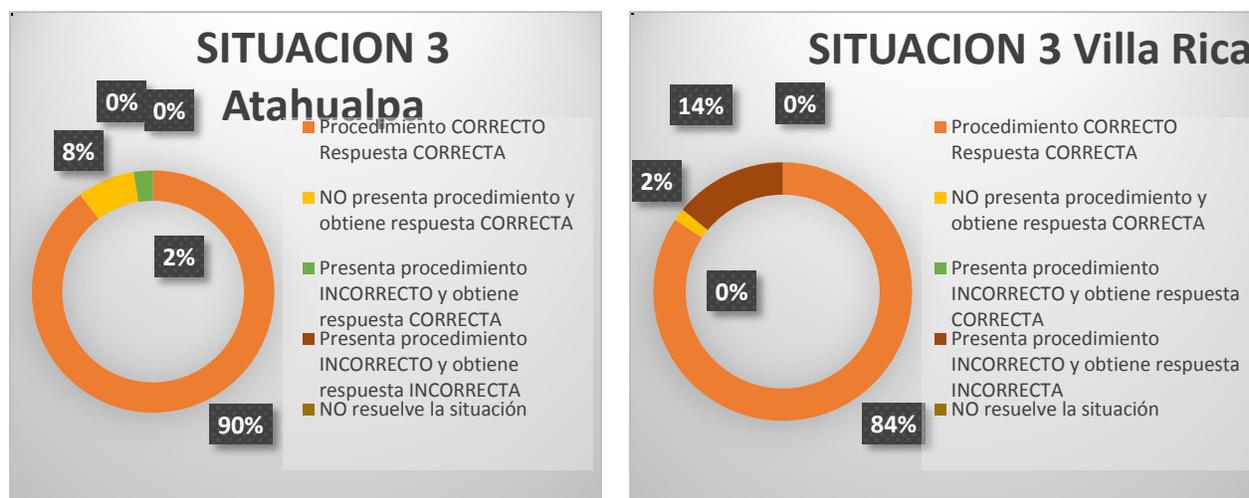
En esta situación se presentó bastante diferencia entre los niveles de desempeño de ambas instituciones. Es un caso en donde se deben analizar profundamente los factores asociados a su resolución, ya que es claro que los estudiantes del colegio Villa Rica I.E.D presentan un desempeño mínimo en la competencia (9%) en comparación con los del colegio Atahualpa (69%), quizá originado por desconocimiento del tema particular de la química sobre densidades y su determinación teórica, aunque se debe aclarar que ambos grupos de estudiantes tenían a su disposición un cuadernillo teórico con todas las fórmulas y referentes desde el objeto de estudio en química, lo cual demuestra claramente que no basta con tener el referente teórico, sino que es

primordial desarrollar habilidades en el manejo de las competencias tanto matemáticas como científicas, en este caso particular una competencia matemática (Resolución) que afecta el uso de los conocimientos científicos en química.

La diferencia notoria entre los resultados de los colegios pone nuevamente sobre la mesa la polémica sobre los problemas de la educación pública en Colombia, esta situación hace que el grupo de investigadores se cuestione acerca de los aspectos que dan origen a tan marcadas diferencias ¿Será que la cuestión radica en los contenidos enmarcados dentro del currículo para las áreas de matemáticas y química? o tal vez ¿la cuestión se fundamenta en la praxis pedagógica y/o la transposición didáctica de los docentes? Con los hallazgos posteriores emergentes de esta investigación se tratará de aventurar una respuesta a estos interrogantes (Íñiguez, 2015).

- **Situación 3: Determinación de masas moleculares.**

Gráfica 3. Situación 3.



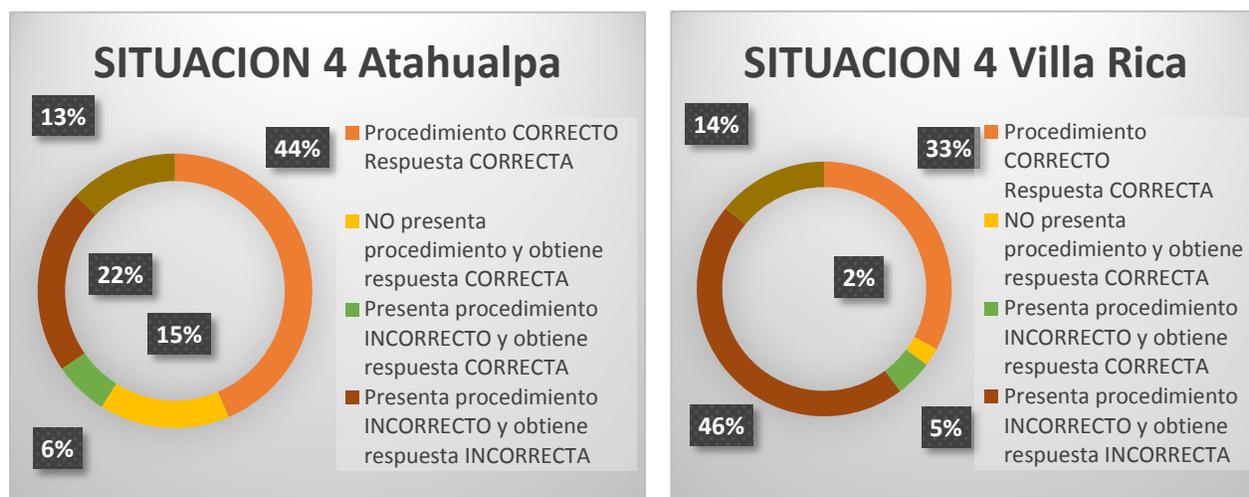
Fuente: Elaboración propia.

Resultados Atahualpa.	Resultados Villa Rica.
90% muestran procedimiento y respuesta correcta.	84% muestran procedimiento y respuesta correcta.
10% presentan dificultad en el procedimiento	16% presentan dificultad en el procedimiento

Para la situación 3, la relación entre los resultados de ambas instituciones fue favorable en el nivel de desempeño para la competencia Razonamiento, obteniendo un nivel de aprobación alto para las dos instituciones. Se destaca el alto porcentaje de respuestas correctas con procedimientos correctos en las dos instituciones evaluadas. Esta situación corresponde al primer nivel de la competencia Razonamiento, en donde se pretende que el estudiante demuestre su capacidad para argumentar modelos, procedimientos o resultados; por ejemplo, construir o identificar argumentaciones válidas y reconocer falacias, en ella se utiliza el análisis para saber las opciones correctas en este tipo de preguntas. Esto permite inferir que los estudiantes han desarrollado la competencia en su componente inicial: Reconoce patrones en secuencias numéricas (Rico, 2007).

Es de observar que los procedimientos solicitados en esta situación se realizan casi de manera mecánica y repetitiva en los procesos químicos teóricos del aula, lo cual indica que existe una relación directa entre la práctica y el desarrollo de la competencia en el estudiante que le permite resolver la situación desde su componente matemático y hacia el componente científico. Sin embargo, el hecho de que aún existan estudiantes que no resolvieron acertadamente la situación expresa que se siguen presentando falencias en el desarrollo de las competencias, dentro de dichas falencias se destacan el mal manejo de los signos de agrupación y errores en las operaciones de suma y multiplicación en cuanto a matemáticas, y el manejo inadecuado de la tabla periódica la buscar las masas atómicas de los elementos en cuanto a química.

- **Situación 4: Estequiometría con ecuaciones balanceadas.**



Gráfica 4. Situación 4.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados Atahualpa.	Resultados Villa Rica.
44% muestran procedimiento y respuesta correcta.	33% muestran procedimiento y respuesta correcta.
56% presentan dificultad en el procedimiento	67% presentan dificultad en el procedimiento

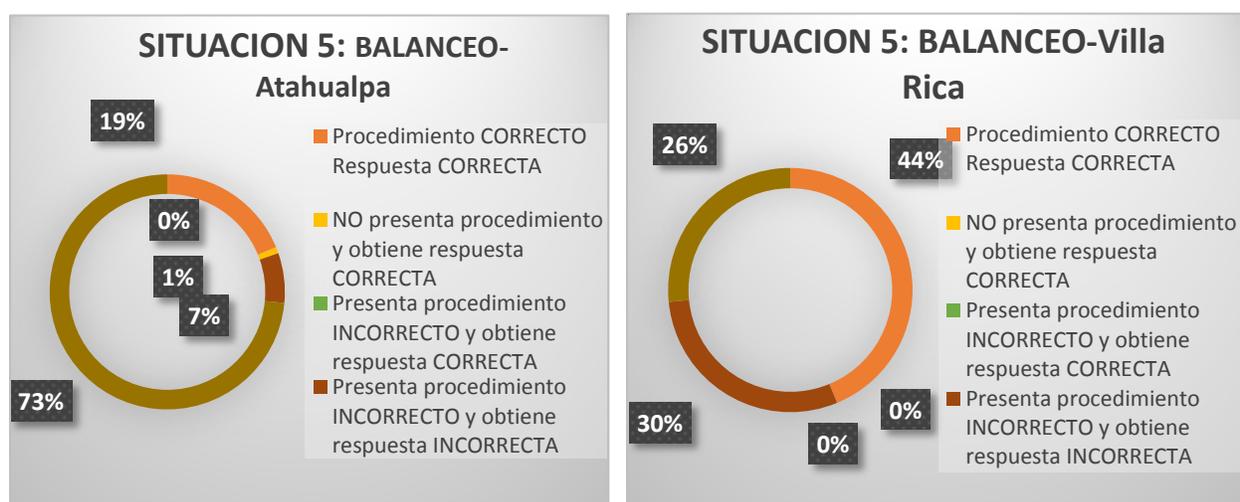
Al aumentar la complejidad de los ejercicios y exigir la aplicación de algoritmos matemáticos y químicos decrece notoriamente el porcentaje de estudiantes que obtienen respuestas correctas con procedimientos correctos, para ambos colegios. De forma inversa se incrementa el número de estudiantes que no intentan resolver la prueba y aparecen dificultades para establecer relaciones estequiométricas claras entre las especies de la ecuación (entre reactivos, entre reactivos y productos o entre productos) lo cual genera que el desempeño para la competencia razonamiento se encuentre en un nivel mínimo.

Esta realidad obedece probablemente a que los componentes: Interpreta tendencias que se presentan en un conjunto de variables relacionadas, y usa representaciones y procedimientos en situaciones de proporcionalidad directa e inversa, de la competencia, cada vez se hace más

específicos y requieren un desarrollo más evidente (ICFES, 2017). Se infirió entonces que a los estudiantes se les complica establecer tendencias y proporcionalidades en las relaciones estequiométricas debido al poco desarrollo de la competencia matemática Razonamiento, y que quizás al reforzar dicha competencia los estudiantes logren resolver la situación de manera más asertiva. Este tipo de resultados van ofreciendo un norte hacia el cual orientar la secuencia didáctica (intervención) en cuanto a que confirma a los investigadores cuales son las competencias por abordar (Giménez, 2015).

- **Situación 5 (Parte 1): Balanceo de ecuaciones.**

Gráfica 5. Situación 5, primera parte.



Fuente: Elaboración propia.

Resultados Atahualpa.	Resultados Villa Rica.
19% muestran procedimiento y respuesta correcta.	44% muestran procedimiento y respuesta correcta.
81% presentan dificultad en el procedimiento	56% presentan dificultad en el procedimiento

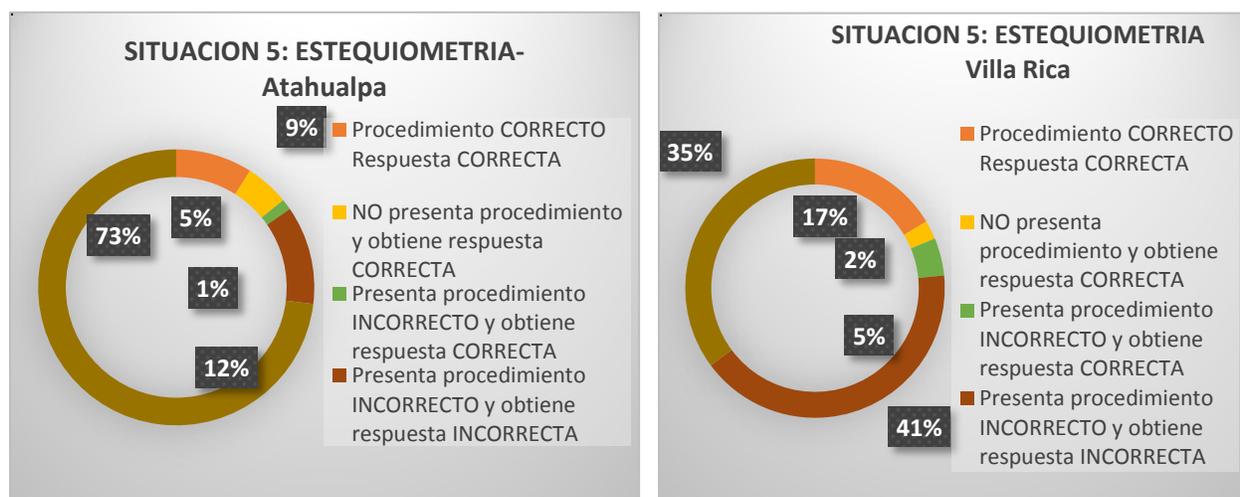
Es notoria la ventaja que muestran los estudiantes del colegio Villa Rica I.E.D., sobre su similar Atahualpa I.E.D., en cuanto al balanceo de ecuaciones, sin que este llegue a ser un

resultado satisfactorio en ninguna de las dos instituciones (ya que ambas se encuentran por debajo de la media del 50%), esta acotación es relevante debido a la importancia que tiene el tema dentro del currículo y los conocimientos propios de la química. El desarrollo de la competencia científica: Explicación de fenómenos, desde la química está muy enfocada a la resolución de este tipo de situaciones y manifiesta de manera clara su relación con la competencia matemática Razonamiento, puesto que son el punto de partida para resolver cualquier otro tipo de situación que involucre ambas competencias al tiempo (Íñiguez, 2015).

En este sentido, el programa PISA hace una acotación importante sobre el desarrollo de las competencias matemáticas al definirlas como las capacidades de los estudiantes para razonar, analizar y comunicar ideas efectivamente mientras plantean, formulan, resuelven e interpretan problemas matemáticos en una variedad de situaciones (BID, 2011. p 4). Son precisamente esas situaciones, planteadas desde la química, las que representan objeto de estudio en el test evaluado y en general, en la presente investigación.

- **Situación 5 (Parte 2): Estequiometría.**

Gráfica 6. Situación 5, segunda parte.



Fuente: Elaboración propia.

Resultados Atahualpa.	Resultados. Villa Rica.
9% muestran procedimiento y respuesta correcta.	17% muestran procedimiento y respuesta correcta.
91% presentan dificultad en el procedimiento	83% presentan dificultad en el procedimiento

Los resultados de la situación 5, parte 2 (estequiometria) generaron la mayor preocupación entre los investigadores, debido a que presentan los niveles de desempeño más bajos en general. Esta situación reunía todos los procesos químicos y algoritmos matemáticos abordados a lo largo de la conducta de entrada como si se tratara de una sumatoria, en donde los estudiantes debían aplicar los conocimientos trabajados en los ejercicios anteriores. Se obtiene un ponderado entre las instituciones del 87% de los estudiantes que presenta dificultades o que sencillamente decidieron no abordar la actividad.

Al contrastar los ponderados de la situación 4 (Estequiometria con ecuación balanceada) donde el 38% presentan procedimiento y respuesta correcta con la situación 5 (balanceo de ecuaciones) donde el 31% presentan procedimiento y respuesta correcta, se evidencia que los estudiantes al desarrollar las actividades por separado obtienen mejores resultados, los cuales decrecen de inmediato cuando deben aplicarlos en conjunto para la resolución de una sola situación de mayor complejidad. Esto implica que los estudiantes presentan dificultad con el nivel de desempeño Avanzado de la competencia Razonamiento, evaluado en esta situación.

Teniendo en cuenta la triangulación interestamental de carácter específico realizada para los dos colegios y su relación con las inferencias obtenidas desde la triangulación al interior de cada institución se pudo inferir que se requiere una intervención que aborde las dos competencias matemáticas y la competencia científica desde sus componentes diversos. Sin embargo, después de contrastar la información generada por las instituciones y determinar que continuaban

existiendo algunas diferencias entre los resultados obtenidos para algunas de las situaciones, se hizo necesario realizar un tercer análisis (o tercera triangulación) con relación a los resultados de la muestra total. Esta nueva triangulación es de carácter estamental debido a que involucra a los estudiantes que presentaron la prueba en pleno y que constituyen la muestra poblacional, el objetivo de esta triangulación es generar un nuevo nivel de síntesis que permita obtener las inferencias finales con relación a las categorías, objetivos y pregunta de investigación (Cisterna, 2005).

En concordancia con los resultados de las dos instituciones la situación en la que los estudiantes sobresalen por su buen nivel de desempeño es la número 3, presentando un 87% de efectividad en la muestra general de 103 estudiantes. Este alto porcentaje sigue siendo un indicador de que los estudiantes presentan cierta facilidad para relacionar la competencia matemática Razonamiento con la solución de situaciones que tienen que ver con la competencia científica explicación a partir de la determinación de masas moleculares de los compuestos químicos. El segundo peldaño en la escala de desempeño lo ocupó la situación 4, con un porcentaje del 38% de efectividad, sin embargo este resultado no es alentador puesto que a partir de este dato se infiere que todos los demás porcentajes están muy por debajo de la media del 50%, indicando que las competencias evaluadas se encuentran en un nivel mínimo para la muestra en general.

Esta información fue corroborada por el hecho de que las siguientes situaciones presentan porcentajes inferiores: Situación 5 (Balanceo) con 36%, situación 1 con 35%, situación 2 con 33% y finalmente la situación 5 (Estequiometría) con tan solo un 15%.

De lo anterior se deduce que la situación 3 muestra que los estudiantes en cuanto al desarrollo de la competencia Razonamiento en su componente: Reconoce patrones en secuencias

numéricas exhiben un nivel satisfactorio, ya que desarrollan las situaciones de una manera mecánica y repetitiva. Por el contrario, la situación 5 presenta los niveles de desempeño más bajos. Esta información indica que los estudiantes solamente tienen buen nivel en una parte de la competencia matemática Razonamiento, pero les hace falta desarrollar el componente referente a Desarrolla procesos inductivos y deductivos con el lenguaje algebraico para verificar conjeturas lo cual limita su campo de acción solamente a situaciones que involucran secuencias y tendencias para hallar datos, pero que no involucran ningún tipo de proceso, ya sea de inducción o deducción a partir de los datos obtenidos.

Son estos resultados los que permiten establecer las inferencias finales sobre las categorías de análisis y con base en ellas generar una reflexión a la luz de los objetivos, la pregunta problema y el marco teórico, para finalmente poder concluir cuales fueron los hallazgos de esta primera fase de la metodología. De este modo, a partir de los objetivos específicos uno y dos de la presente investigación se pueden establecer los siguientes hallazgos: Inicialmente se identificó que existen unas competencias matemáticas (Resolución y Razonamiento) que no se encuentran muy desarrolladas en los estudiantes y al evaluarlas bajo un contexto químico y establecer una correlación con la competencia científica (Explicación) arrojan resultados con niveles de desempeño relativamente bajos.

Posteriormente se identificaron los componentes teóricos de la prueba que serían objeto de estudio durante la intervención (Secuencia Didáctica), los cuales fueron: Balanceo de ecuaciones químicas y Cálculos estequiométricos. Finalmente se determinó que existen factores asociados a los procesos de enseñanza y aprendizaje que ocasionan un detrimento aún mayor en la capacidad de los estudiantes para resolver las situaciones, sin embargo la gran mayoría de ellos exceden los límites del docente, es por eso que este tipo de investigaciones aporta un valor

significativo en la construcción de una escuela que brinde verdadera educación de calidad.

4.3 Intervenciones (secuencia didáctica). Una vez analizados los resultados del pretest, determinadas las competencias con mayor nivel de afectación y reconocidas las temáticas químicas en las los estudiantes presentaron mayores falencias, se procedió a diseñar una secuencia didáctica la cual sirviera de mediación para favorecer el desarrollo de las competencias matemáticas que inciden sobre los aprendizajes de la química.

De este modo en la secuencia didáctica se plantearon como ejes temáticos articuladores: el balanceo de ecuaciones químicas y los cálculos estequiométricos. A partir de estas premisas se diseñaron actividades en las cuales los estudiantes debían balancear ecuaciones químicas y establecer cálculos estequiométricos a partir de las mismas, pero con la salvedad que se cambiaron las formulas moleculares por el uso de emoticones (imágenes o pictogramas que son usados para expresar una idea, emoción o sentimiento). Esta situación no fue casual sino, por el contrario, resultado del análisis de los intereses principales de los estudiantes, de este modo se plantearon las actividades de tal forma que llamaran su atención y la secuencia didáctica arrojara los resultados esperados al ofrecer a los alumnos un aprendizaje positivo y significativo.

Posterior a la secuencia didáctica se aplicó una encuesta que constaba de 5 preguntas (ver Anexo 8) a un grupo representativo de estudiantes, en ella se les preguntó su opinión acerca de la intervención (secuencia didáctica) y la incidencia de la misma en su proceso de aprendizaje de la química. A continuación, se presentan algunas de las inferencias que se pudieron obtener a partir de las respuestas dadas por los estudiantes, enmarcadas dentro de 3 categorías que compilan los intereses de los investigadores dentro del objeto de estudio.

Categoría 1. Influencia de la falta de habilidad en las operaciones matemáticas en la interpretación y desarrollo satisfactorio de situaciones químicas.

Al respecto, los estudiantes reconocen que poseen debilidades en la aplicación de algunas operaciones matemáticas (suma, resta, multiplicación, división, despeje de variables y regla de tres simple, por citar algunas) y que estas afectaron sus desempeños al momento de trabajar la parte inicial en el módulo de intervención (balanceo), plantean que es necesario que dichas operaciones se les enseñen de manera más práctica y expresan que en clase de matemáticas sólo se dedican a resolver ejercicios con letras y números que no tienen relación con sus vivencias, es decir, que no se contextualiza la enseñanza.

Complementando lo anteriormente expuesto, dos ejemplos claros lo expresan Angie Jaramillo, estudiante del colegio Villa Rica I.E.D.: “si, porque la mayoría de los estudiantes no nos sabemos ni las tablas de multiplicar, se ha olvidado dividir, restar y muchas veces tampoco sabemos hacer conversiones y la hora de solucionar decimales se nos dificulta un poco” y Nicolás Romero del Atahualpa I.E.D.:

Afecta ya que las operaciones básicas son primordiales para la vida y se aplican durante el desarrollo intelectual. En este caso al realizar una regla de tres o utilizar un factor de conversión debemos poner en practica la multiplicación y división, y en el momento de balanceo utilizamos la suma.

De lo anterior se evidencia que matemáticamente estas operaciones han sido desarrolladas a través del pensamiento variacional y de sistemas algebraicos en los diferentes niveles escolares, pero, al no ser aplicadas dentro de un contexto que relacione situaciones cotidianas, producen una gran dificultad en el aprendizaje. Lo anterior refleja lo expresado por Rico (2007) cuando afirma que el conocimiento y las competencias deben ser aplicadas en diferentes contextos. En el aula se enseña de manera desarticulada y los docentes, en general, se preocupan principalmente por el momento individual de su clase y no extrapolan el conocimiento hacia los procesos de interdisciplinaridad.

Finalmente, los estudiantes coincidieron en afirmar que la secuencia didáctica ofreció un

escenario diferente en donde pudieron ver reflejado que las operaciones y los procesos matemáticos son requeridos en diferentes contextos y que su falta de desarrollo puede llegar a afectar sus desempeños en otras áreas o en otros campos. Este aspecto permitió a los investigadores inferir que, durante la secuencia didáctica, los estudiantes realizaron un proceso de autoevaluación inicial el cual les ayudó a identificar algunas de las falencias presentadas que dificultaban su aprendizaje de la química.

Categoría 2. Cambio en los procesos de pensamiento y desarrollo de ejercicios a partir del empleo de emoticones.

En este punto los encuestados coinciden en manifestar agrado y empatía con el uso de emoticones expresando que se les facilitó el desarrollo y comprensión del balanceo de ecuaciones, ya que les permitía relacionar de una manera concreta las cantidades de cada especie a cada lado de la ecuación, sin relacionarlo de forma directa con el uso de conceptos matemáticos o químicos. Al respecto, Valentina Casallas (Atahualpa I.E.D) afirma:

Principalmente el tener una forma práctica de realizar un balanceo con emoticones me parece que es algo muy práctico ya que en el común podemos reconocer que los emoticones podrían relacionarse con cada uno de los elementos y así facilitar la lectura para aquellos que se les dificulta identificar el orden, claro en donde me incluyo por eso afirmo que es algo positivo y practico.

De igual manera, Viviana Morales (Villa Rica I.E.D) expresa:

Para mí me sirvió mucho porque me ayudo con el cuento de balanceo porque me iba muy mal en la clase de química y con ellos pude entender mucho más y ahora me va muy bien gracias a los ejercicios que hicimos.

Por otro lado también expresan que cuando al transforma la información al lenguaje matemático y químico la transición fue mucho más sencilla, permitiéndoles comprender mejor la temática expuesta. El abordaje desde el pensamiento concreto hace que se superen las dificultades que se presentan cuando se emplea números, ecuaciones y símbolos, pues se debe

interactuar con el pensamiento abstracto. De esta manera el pensamiento lógico operativo desde la matemática cobra relevancia participando en esta acción y apoyando los procesos de aprendizaje de la química.

Categoría 3. Principales dificultades de orden matemático y químico que afectan al abordaje y desarrollo de un ejercicio de estequiometría.

Con relación a esta categoría, los estudiantes expresan que cuando aparecen coeficientes, paréntesis y subíndices se presenta confusión al no tener claridad frente a lo que indica cada uno de ellos y las operaciones matemáticas que se deben realizar en cada caso. Con relación a los procesos estequiométricos surgen dificultades en la aplicación de factores de conversión entre moles y la determinación de masas atómicas o moleculares. De igual manera representa un reto el establecer la regla de tres simple o el factor de conversión para definir las relaciones existentes entre reactivos y productos representa un reto. En este orden de ideas, Jennifer Ballén del colegio Villa Rica I.E.D argumenta:

Podemos identificar que a la hora de realizar un ejercicio estequiométrico de forma matemáticamente se podría decir que una de las falencias sería el uso de los signos y la lectura del ejercicio si encontramos paréntesis o signos en medio de la ecuación en donde tenemos que identificar de qué forma podemos realizarlo.

Igualmente Jefferson Torres de la institución Atahualpa I.E.D plantea que:

Los paréntesis y los subíndices porque nosotros nos enredamos cuando sumamos los coeficientes con los subíndices en vez de multiplicarlo y con los paréntesis a veces nos atontamos porque no sabemos que hacer, o sea no es que no sepamos qué hacer sino que nos confundimos.

Consecuente con el planteamiento de Giménez (2015) los estudiantes no presentan dificultades en el manejo de conocimientos químicos, las falencias surgen cuando a los estudiantes se les presentan situaciones problémicas en las cuales tienen que articular las competencias matemáticas con los conocimientos en química. Asimismo se encontró que los estudiantes llegan a realizar procesos de manera individual y son capaces de determinar masas,

balancear una ecuación, y hallar densidades, pero al enfrentarse a la estequiometría de las reacciones, donde se requiere emplear de manera simultánea los procesos enunciados anteriormente, se presentan dificultades en la categorización de la información y los procedimientos que permitan llegar a resolver la situación de manera efectiva. Lo anterior demuestra que efectivamente se requieren generar estrategias que lleven al estudiante a extraer información, resolver interrogantes, tabular información, para generar un aprendizaje que sea significativo y a su vez útil para la vida como lo proponen Valverde & Näslund-Hadley (2010).

4.4 Postest (Conducta de salida). Posterior a la intervención (Secuencia Didáctica) se aplicó nuevamente el instrumento evaluativo empleado como pretest, pero en este caso con la finalidad de ser utilizado como postest. El objetivo de este procedimiento fue contrastar los resultados obtenidos en ambas conductas para determinar si la secuencia didáctica tuvo incidencia dentro del desarrollo de las competencias de los estudiantes. Para tal fin el análisis de la información obtenida también se organizó en la rúbrica de evaluación previamente establecida para el pretest y se interpretó a partir de la triangulación hermenéutica propuesta por Cisterna (2005) explicada anteriormente.

Inicialmente se realizó una contrastación al interior de cada institución, el cual se presentó por medio de tablas relacionando los niveles de desempeño, las situaciones y los porcentajes obtenidos tanto en el pretest como en el postest.

- **Colegio Villa Rica I.E.D**

Tabla 6

Ponderados comparativo pretest vs postest Colegio Villa Rica

PONDERADOS COMPARATIVO PRETEST VS POST TEST COLEGIO VILLA RICA										
	Presenta procedimiento CORRECTO y obtiene respuesta CORRECTA		NO presenta procedimiento y obtiene respuesta CORRECTA		Presenta procedimiento INCORRECTO y obtiene respuesta CORRECTA		Presenta procedimiento INCORRECTO y obtiene respuesta INCORRECTA		NO resuelve la situación	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Situacion 1	38,7	75,4	14,5	12,1	1,2	0,0	45,3	12,5	0,4	0,0
Situacion 2	9,4	76,6	1,6	1,6	23,4	0,0	43,8	21,9	21,9	0,0
Situacion 3	84,4	93,8	1,6	0,0	0,0	0,0	14,1	6,3	0,0	0,0
Situacion 4	32,8	78,9	2,3	1,6	4,7	0,0	46,1	19,5	14,1	0,0
SIT 5 BAL	43,8	87,5	0,0	0,0	0,0	0,0	29,7	12,5	26,6	0,0
SIT 5 ESTQ	16,4	85,2	2,3	0,0	4,7	0,0	41,4	14,8	35,2	0,0

Fuente: Elaboración propia.

Una vez aplicada la conducta de salida a los estudiantes del colegio Villa Rica I.E.D., se pudo evidenciar una notable mejoría en los resultados de las diferentes situaciones, este hecho se ve reflejado en dos aspectos particulares: El primero hace relación a la cantidad de estudiantes que se ubicaron en el nivel de desempeño: procedimiento y respuesta correctos, el cual mejoró para todas las situaciones sin excepción. Es importante resaltar aquí que en la situación 2 se puede inferir que se superaron bastante las falencias puesto que se pasa del 9,4% en el pretest al 76,6% en el postest. De igual forma, en la situación 5 se presentó una variación del 16,4% al 85,2 %. El segundo aspecto a destacar para esta institución es la drástica disminución de estudiantes que no resolvieron las situaciones, siendo para este caso del 0% en todas ellas, esto indica que los estudiantes se sentían mejor preparados y con mayor disposición para enfrentar las situaciones de evaluación propuestas.

Esta información es relevante para los investigadores ya que refleja el cumplimiento del objetivo propuesto en la secuencia didáctica y pone de manifiesto que el fortalecimiento de las competencias matemáticas favorece el aprendizaje de los conceptos científicos en química.

- **Colegio Atahualpa I.E.D**

PONDERADOS COMPARATIVO PRETEST VS POST TEST COLEGIO ATAHUALPA										
	Presenta procedimiento CORRECTO y obtiene respuesta CORRECTA		NO presenta procedimiento y obtiene respuesta CORRECTA		Presenta procedimiento INCORRECTO y obtiene respuesta CORRECTA		Presenta procedimiento INCORRECTO y obtiene respuesta INCORRECTA		NO resuelve la situación	
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
Situacion 1	27,6	68,6	46,8	29,5	3,2	0,0	18,6	1,9	3,8	0,0
Situacion 2	69,2	92,3	5,1	2,6	5,1	0,0	10,3	5,1	10,3	0,0
Situacion 3	89,7	92,3	7,7	0,0	2,6	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0
Situacion 4	43,6	75,6	15,4	3,8	6,4	0,0	21,8	20,5	12,8	0,0
SIT 5 BAL	18,8	85,5	0,9	0,0	0,0	0,0	6,8	13,7	73,5	0,0
SIT 5 ESTQ	9,0	84,6	5,1	0,0	1,3	0,0	11,5	15,4	73,1	0,0

Fuente: Elaboración propia.

Para los estudiantes del colegio Atahualpa IED se observó un notorio incremento, similar a lo sucedido en el colegio Villa Rica, en las situaciones 1 y 2, en las cuales se ofrece a los estudiantes la posibilidad de emplear los algoritmos matemáticos, los resultados variaron en la situación 1 desde 27,6% hasta 68,6% y en la situación 2 desde el 69,2% hasta 92,3%, comportamiento que se ve reflejado en la situación 5 donde se aplican las competencias matemáticas a procesos químicos con un incremento sustancial que va desde el 9% hasta el 84,6%.

Así mismo, es importante hacer hincapié en que los estudiantes de las dos instituciones que no resolvían las situaciones en el pretest, presentaron un cambio en lo actitudinal, lo cual favoreció el abordaje y resolución de todas las situaciones propuestas, esto se refleja en hecho que para el colegio Atahualpa I.E.D., los resultados del nivel de desempeño: No resuelve la situación, también corresponden al 0% en todas ellas.

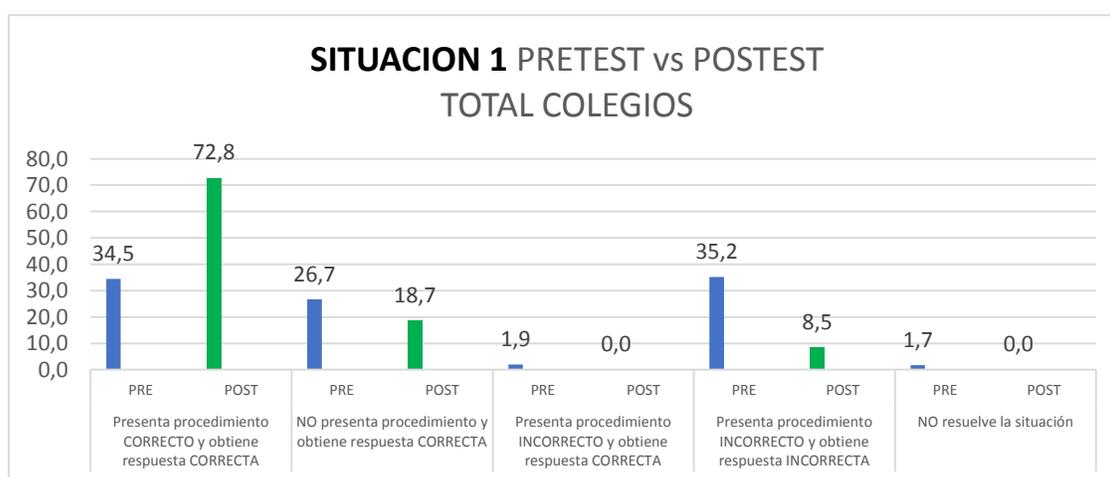
Se puede inferir entonces que para ambas instituciones, las situaciones anteriormente descritas se dan como respuesta a la implementación del módulo de intervención (secuencia didáctica) lo cual se ve reflejado en la variación positiva en cada uno de los porcentajes de los

diferentes niveles de desempeño.

Finalmente se realizó la triangulación directamente sobre los resultados obtenidos para la muestra general, en cuanto al comparativo entre el pretest y el postest, cada una de las relaciones obtenidas se presentan por medio de gráficas, que dan cuenta de las variaciones presentadas para las diferentes situaciones evaluadas.

- **Situación 1: Ejercicios de conversión de unidades.**

Gráfica 7. Situación 1: Ejercicios de conversión de unidades.



Fuente: Elaboración propia.

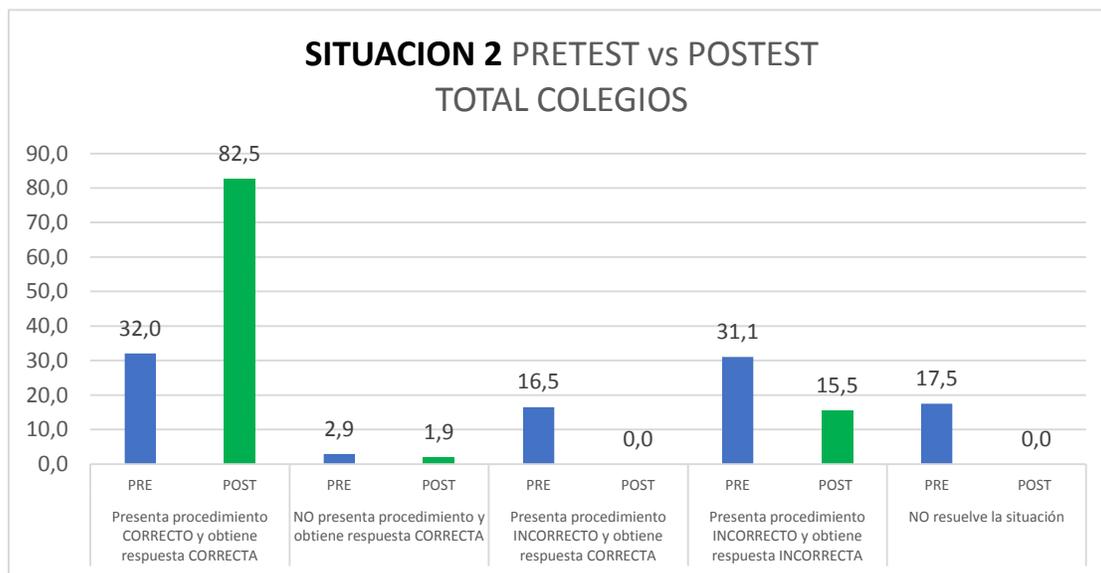
Es de resaltar que en esta situación se observa un incremento significativo del 34,5% al 72,8% en los estudiantes que presentan procedimientos y respuestas correctas. Este incremento es producto de la disminución en los porcentajes de aquellos estudiantes que presentaban procedimientos y respuestas incorrectas, como de los estudiantes que no presentaban procedimientos o realizaban procedimientos incorrectos, pero obtenían respuestas correctas. Es significativo que el número de estudiantes que no resuelven la situación se encuentra en 0%.

Con la intervención aumenta notoriamente el número de estudiantes que logran abordar satisfactoriamente la regla de tres simple y los algoritmos matemáticos para resolver las

situaciones de conversión de unidades

- **Situación 2: Ejercicios de densidad.**

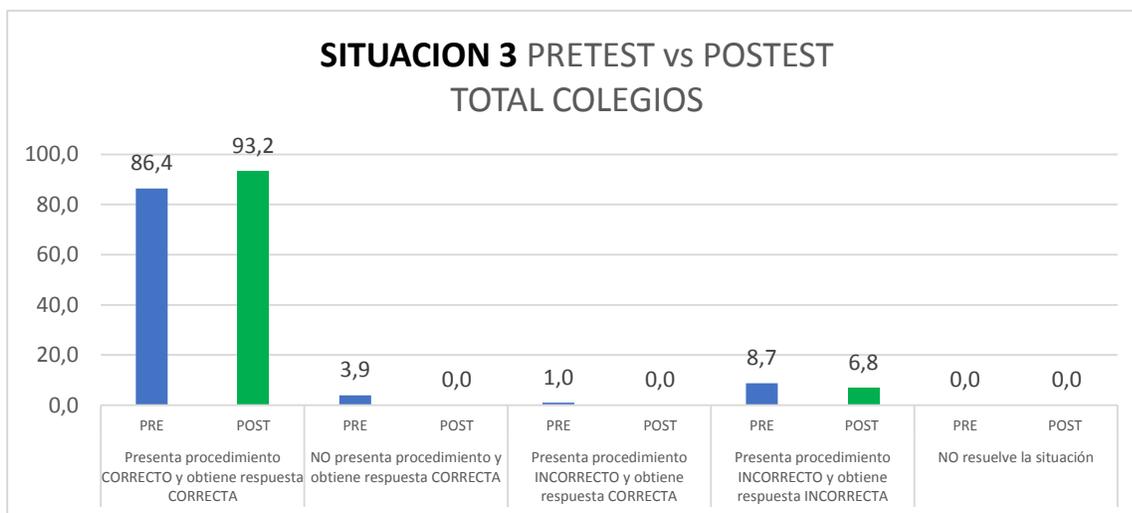
Gráfica 8. Situación 2: Ejercicios de densidad.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa una disminución sustancial hasta del 50% en el nivel de desempeño donde los estudiantes tenían procedimientos y respuestas incorrectas. En los niveles donde no resolvían la situación y en donde presentaban procedimiento incorrecto y respuesta correcta el porcentaje disminuyó hasta el 0 %. Como consecuencia de lo anterior se muestra un incremento del 32,0% al 82,5% en los estudiantes que resuelven la actividad desenvolviéndose eficazmente en el manejo de igualdades.

- **Situación 3: Determinación de masas moleculares.**



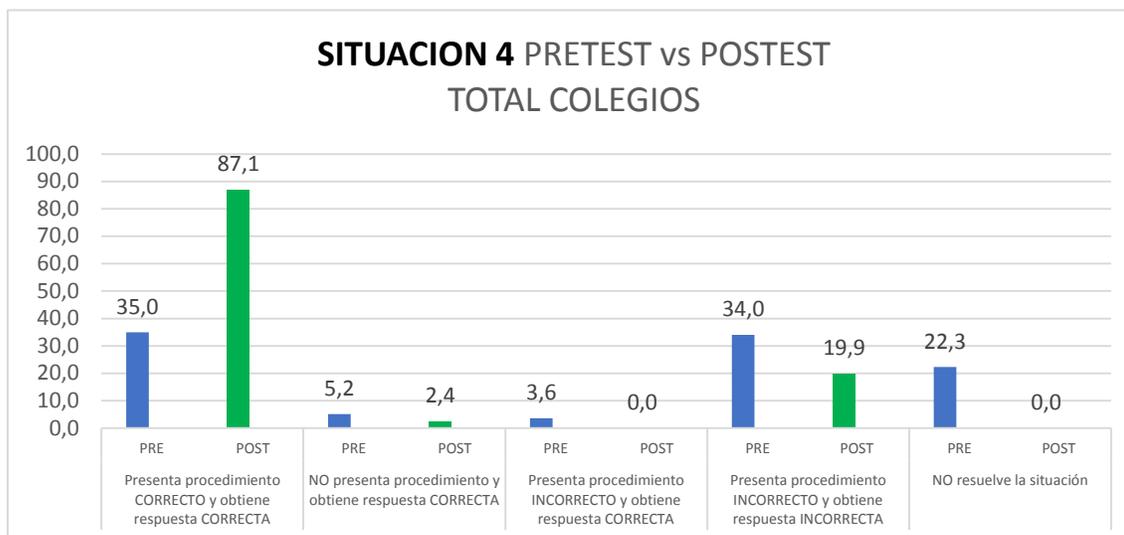
Gráfica 9. Situación 3: Determinación de masas moleculares.

Fuente: Elaboración propia.

Pese a que en el pretest se mostró un nivel de desempeño alto, después de la intervención se observó un incremento de 7 puntos por parte de los estudiantes que resuelven la situación satisfactoriamente con un procedimiento adecuado. En esta situación cabe anotar que se relacionan los algoritmos matemáticos mecánicos y repetitivos con situaciones químicas, como lo es la obtención de masas moleculares. Esta situación corresponde a lo expresado por Jiménez, Lizola, Robles, & Gómez (2012) quienes expresan que el trabajo en el aula se desarrolla de manera mecánica y repetitiva, el estudiante repite lo que el maestro ha ejemplificado. Esta conducta llega a ser el reflejo de un sistema educativo basado en una educación mecanicista de carácter tradicional, contrario a lo propuesto por Morin (2004).

- **Situación 4: Estequiometría con ecuaciones balanceadas.**

Gráfica 10. Situación 4: Estequiometría con ecuaciones balanceadas.



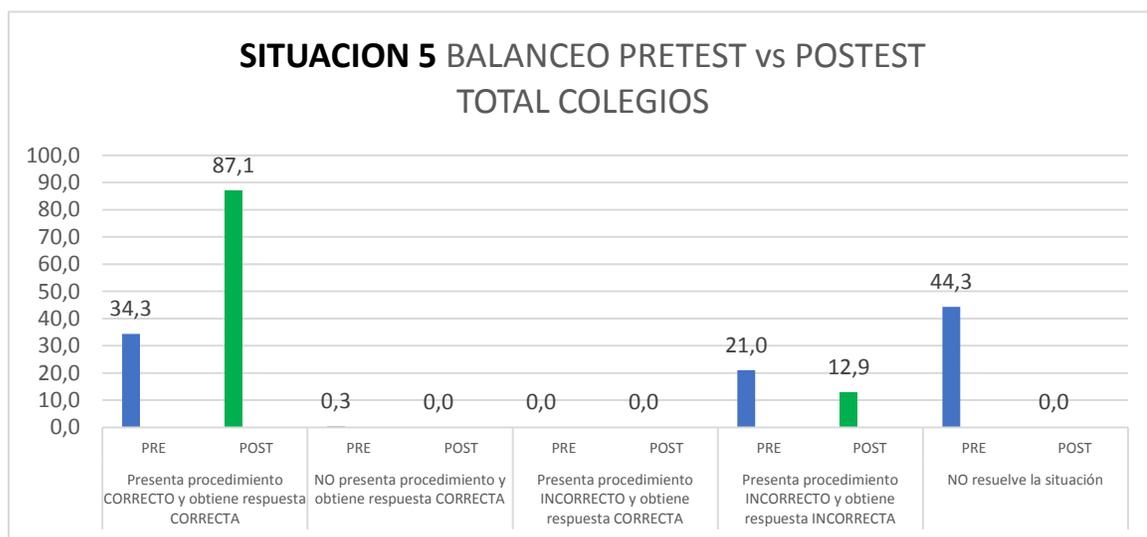
Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento en la situación 4 presenta gran similitud al comportamiento ocurrido en la situación 2. Para la situación 4 tenemos que el porcentaje de estudiantes que presentan procedimiento y respuesta correcta aumento del 35,0% al 87,1%, con los mayores descensos presentándose en los niveles desempeño donde no se presentan procedimiento ni respuesta correcta, el cual vario del 34,0% al 19,9%. Así mismo disminuyo hasta el 0% en los desempeños de aquellos estudiantes que no resolvían la situación y de aquellos que tenían procedimiento incorrecto y respuesta correcta.

Al realizar el contraste con la situación número 2 podemos decir que los estudiantes presentaban dificultades en el manejo de igualdades, en el despeje de ecuaciones y en la resolución de algoritmos matemáticos, como consecuencia se presenta un bajo desempeño en los procesos estequiométricos en química. Al realizar la intervención no sólo se observa una mejoría notable en la situación 2 sino que además afecta positivamente la situación 4, en la cual se requiere la aplicación en contexto químico de las habilidades intervenidas para la situación 2.

- **Situación 5 (Parte 1): Balanceo de ecuaciones.**

Gráfica 11. Situación 5, primera parte: Balanceo de ecuaciones.



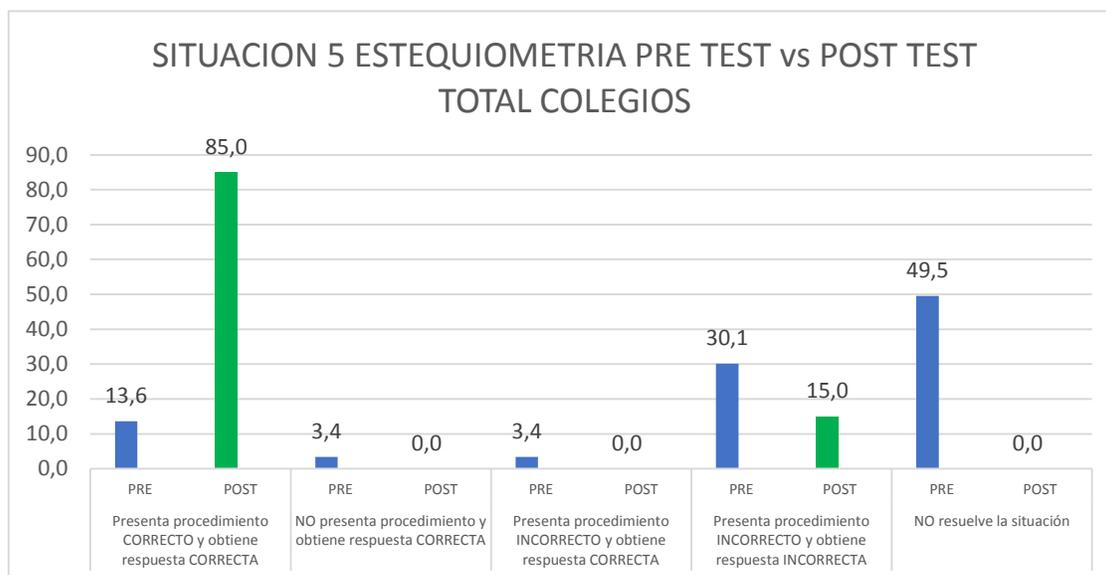
Fuente: Elaboración propia.

Es evidente que la intervención abordó de manera adecuada esta situación ya que hubo una disminución del porcentaje de estudiantes que no resolvían la situación de balanceo del 44,3% al 0%. En contraste se observa un aumento en quienes la resuelven de manera correcta, pasando del 34,4% al 87,1%, porcentaje que se complementa con la disminución de aquellos estudiantes que presentaban procedimiento y respuesta incorrecta.

La intervención hizo empleo de los emoticones en reemplazo de elementos y compuestos en las ecuaciones químicas, lo que permitió que los estudiantes resolvieran de una manera más concreta la cuantificación de individuos, interiorizando de una manera didáctica el proceso de balanceo.

- **Situación 5 (Parte 2): Estequiometría.**

Gráfica 12. Situación 5, segunda parte: Estequiometría.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con Giménez (2015) las dificultades que presentan los estudiantes en el aula de clase se deben a tener que relacionar los símbolos, formulas o constantes con algoritmos matemáticos; son los mismos estudiantes quienes expresan que las temáticas son independientes y no tienen ningún tipo de relación. Por lo anterior es de resaltar que la intervención más allá de la variación porcentual que pretendía lograr que convergieran las habilidades matemáticas y científicas que presentaban bajo nivel. Aquí se reúnen las temáticas abordadas en las situaciones anteriores, por tanto el estudiante debe hacer uso de los conocimientos matemáticos y químicos en forma simultánea de manera contextual para la resolución de situaciones que implican la estequiometria.

Los resultados encontrados evidenciaron que después de la intervención el porcentaje de estudiantes que presentaron procedimiento y respuesta correcta varió de 13,6% al 85,0%. Este incremento, superior al 50%, indica que la intervención generó en los estudiantes un aprendizaje significativo, lo cual se corrobora en la disminución del 56,3% en el porcentaje de estudiantes

que no resolvían la situación, que no presentaban procedimientos y aquellos que tenían procesos erróneos y respuestas correctas, de igual forma se presentó una disminución del 50% en el número de estudiantes que presentaron procedimientos y respuestas incorrectas. Esta mejora fue sustancial en la medida que el estudiante relaciono de manera directa los aprendizajes y competencias matemáticas con las situaciones propuestas en química mediadas en el módulo de intervención (2007).

Por lo anterior, se observó satisfactoriamente que una vez realizados los análisis de todos los instrumentos y revisada la triangulación entre los mismos, se generó un resultado positivo en la mayoría de estudiantes objeto de estudio, no solamente en cuanto a su rendimiento académico, sino también en su parte actitudinal. Estos hallazgos nos llevan a generar las siguientes conclusiones y perspectivas para la investigación.

5. Conclusiones

Al finalizar esta investigación se pudieron determinar los principales aportes de la misma, en concordancia con los objetivos propuestos y las categorías objeto de análisis, así como las emergentes, de este modo tenemos:

- Al analizar los resultados de las Pruebas Saber 2012 a 2016, en matemáticas y ciencias naturales (grado 9°) de los colegios distritales en las localidades de Kennedy y Fontibón, se determinaron falencias en las competencias: Razonamiento y Resolución de situaciones problémicas en matemáticas; y Explicación de fenómenos en ciencias naturales. Las competencias anteriormente mencionadas pasaron a ser las categorías a priori de esta investigación, ya que los procesos matemáticos de razonamiento y resolución de situaciones, en el contexto de la química requieren abordar los algoritmos matemáticos como fundamento para

la explicación de procesos cuantitativos de las ciencias naturales.

- El desarrollo de las competencias matemáticas es de gran importancia, ya que estas se manifiestan en la cotidianidad y están inmersas en la interdisciplinariedad académica, además de estar vinculadas con la capacidad que tienen los estudiantes de poder aplicar en diferentes contextos las habilidades de razonamiento y análisis, teniendo como base los conocimientos, principios y procesos matemáticos para la resolución de situaciones problemáticas aplicadas a la química avivando el interés por las ciencias.

- Es importante contar con los presaberes matemáticos que tienen los estudiantes al momento de abordar nuevas temáticas de orden químico. Se debe mostrar cómo están interconectados los conocimientos de las dos asignaturas, con el fin de contextualizar los nuevos saberes y de esta manera poder desarrollar niveles de competencias adecuados.

- El fortalecimiento del aprendizaje significativo en las áreas de matemáticas y ciencias naturales donde se evidencia la necesidad de contextualizar los aprendizajes y buscar la correlación y aplicabilidad en situaciones problemáticas específicas.

- Transversalizar la química y la matemática para lograr una mayor comprensión e interiorización de las temáticas propuestas donde el estudiante desarrolle sus competencias teniendo claro para qué y cómo puede emplear lo que está aprendiendo, es decir, que aprenda en contexto.

- El módulo de intervención permite desarrollar el pensamiento variacional y los sistemas algebraicos por medio del cálculo de masas moleculares, el balanceo de ecuaciones, la estequiometría, empleando la didáctica en las dos ciencias, respecto a la aprehensión y comprensión en la cuantificación de elementos que conforman una ecuación química, como los coeficientes, y subíndices junto con los signos de agrupación, posibilitando que los estudiantes

realicen los procesos de abordaje, análisis y resolución de manera eficaz.

- El empleo de emoticones impacto positivamente en la actitud de los estudiantes, dentro del módulo de intervención, haciendo agradable la solución del cálculo de masas moleculares, balanceo de ecuaciones, y relaciones estequiometrias, permitiendo el fortalecimiento del trabajo cooperativo en el aula, mostrando mayor asimilación de las competencias en ciencias naturales y matemáticas.

- La aplicación de emoticones en los procesos de balanceo y estequiometria rompe el paradigma tradicional de la enseñanza de la química que se fundamenta en símbolos, formulas y ecuaciones, limitándose al uso de números y letras. Es así como el módulo de intervención propone un cambio en las estrategias metodológicas y didácticas introducidas por el docente en la enseñanza de las ciencias generando un cambio procedimental en los estudiantes, reflejadas en los niveles de desempeño del postest.

- Las expectativas que genera en los estudiantes la posibilidad de emplear el módulo de intervención, contribuye en gran medida en el desempeño de los docentes de química, ya que se convierte en una estrategia que posibilita el interés por la adquisición de conocimiento.

Se requiere hacer un trabajo juicioso de las competencias que impliquen el desarrollo de habilidades en los grados inferiores. Se debe tener en cuenta la lectura comprensiva e interpretativa, así mismo dar inicio al manejo de situaciones donde el estudiante realice actividades de inferencia que vaya desde lo particular hacia lo general y viceversa, estrategias de inducción y deducción. Esto con el fin de fortalecer y habituar a los estudiantes a dichos procesos y no solo dedicarse a esto en los últimos años de secundaria como preámbulo a la presentación de las pruebas de estado.

Perspectivas.

- Se puede abordar la presente investigación desde cualquier institución educativa a nivel nacional.
- A partir de esta investigación se pueden generar otros estudios sobre las correlaciones entre las diferentes asignaturas del currículo.
- Es una herramienta de trabajo para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.
- Desde el área de matemáticas se está aplicando la secuencia didáctica reforzando las competencias en ciencias naturales

Referencias

Agut, S., & Rosa, G. (2001). Una aproximación psicosocial al estudio de las competencias.

Revista de relaciones laborales(9), 13-24.

Álvarez, S., Pérez, A., & Suárez, M. (2008). *Hacia un enfoque de la educación en competencias*.

Madrid, España: Consejería de Educación y Ciencia. Dirección General de Políticas Educativas y Ordenación Académica.

Aranda, M. (2008). Importancia de la metodología en los proyectos de investigación. *Questión*,

I(17), 1-4.

Arreguín, L. E., Alfaro, J., & Ramírez, M. S. (2012). Desarrollo de competencias matemáticas en

secundaria usando la técnica de aprendizaje orientado en proyectos. *REICE. Revista*

Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, 10(4), 264-284.

Báez, J., & Onrubia, J. (2016). Una revisión de tres modelos para enseñar las habilidades de

pensamiento en el marco escolar. *Perspectiva educacional*, 55(1), 94-113.

BID. (2011). *Enfoques creativos para aprender matemáticas y ciencias naturales*. Recuperado el 16 de marzo de 2018, de Publicaciones:

<https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/4914/Enfoques%20Creativos%20para%20Aprender%20Matematicas%20y%20Ciencias%20Naturales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bracker, M. (2002). *Metodología de la investigación social cualitativa*. Managua, Nicaragua: Universidad Politécnica de Nicaragua.

Bryman, A. (1992). Quantitative and qualitative research: further reflections on their integration. En J. Brannen, *Mixing methods: Quantitative and qualitative research* (págs. 57-80). Aldershot: Avebury.

Cabrera, L. (2017). Integración de saberes para el desarrollo de la competencia comunicativa. *Transformación*, 13(2), 192-206.

Caraballo, D., & Bocanegra, Y. (2018). *Diseño de una estrategia metodológica para promover el aprendizaje significativo de la Química en el grado Décimo de una Institución Educativa de carácter privado en la ciudad de Barrancabermeja (Trabajo de Grado. Maestría en Educación)*. Bucaramanga, Santander: Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Educación.

Casarini, M. (1999). *Teoría y diseño curricular*. México, D. F.: Trillas.

Castillo, M. (2009). *Utilidad de los métodos pre-test para la evaluación de los cuestionarios en la investigación mediante encuesta (Tesis doctoral)*. Granada, España: Universidad de Granada.

Castro, E. (2004). *El currículo basado en competencias: factor de mejoramiento de la calidad de la educación superior y criterio para la acreditación nacional e internacional de títulos y*

- grados*. Santiago de Chile: Mimeo.
- Chona, G., Arteta, J., Martínez, S., Ibáñez, X., Pedraza, M., & Fonseca, G. (2006). ¿Qué competencias científicas proveemos en el aula? *TEA*, 1(20), 62-79.
- Chomsky, N. (1985). *Aspectos de la teoría de la sintaxis*. México, D. F.: Gedisa.
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14(1), 61-71.
- Competencia educativa. (13 de febrero de 2015). *El término "competencia": origen y definiciones*. Recuperado el 20 de marzo de 2018, de wordpress: <https://competenciaeducativa2015.wordpress.com/2015/02/13/el-termino-competencia-origen-y-definiciones/>
- Corominas, J. (1967). *Diccionario etimológico de la lengua castellana*. Madrid, España: Gredos.
- Correa, J. (2007). *Orígenes y desarrollo conceptual de la categoría de competencia en el contexto educativo*. Bogotá, D. C.: Universidad del Rosario.
- Enfoques educativos. (2016). *¿Qué es una competencia?* Recuperado el 21 de marzo de 2018, de Enfoques: Modelo centrado en el desempeño: <http://hadoc.azc.uam.mx/enfoques/competencia.htm>
- Flick, U. (2015). *El diseño de investigación cualitativa*. Madrid, España: Morata.
- Gallego, R. (2008). *Competencias cognoscitivas: Un enfoque epistemológico, pedagógico y didáctico* (2ª ed.). Bogotá, D. C.: Magisterio.
- Gatica, F., & Uribarrén, T. (2013). ¿Cómo elaborar una rúbrica? *Inv. Ed. Med.*, 2(1), 61-65.
- Giménez, X. (9 de abril de 2015). *Urgencias educativas: integrar matemáticas y ciencias, enseñar a aprender*. Recuperado el 19 de marzo de 2018, de Scilogs - Investigación y ciencia: <https://www.investigacionyciencia.es/blogs/fisica-y-quimica/39/posts/urgencias->

educativas-integrar-matemáticas-y-ciencias-enseñar-a-aprender-13062

- Gutiérrez, J., Pozo, T., & Fernández, A. (2002). Los estudios de caso en la lógica de la investigación interpretativa. *Arbor*, 171(675), 533-557.
- Henao, S., & Cadavid, S. (2014). *Articulación de la matemática con la física de grado once desde la Astronomía: una propuesta interdisciplinar (Trabajo de investigación Licenciado Matemáticas y Física)*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia. Facultad de Educación.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (5ª ed.). México, D. F.: McGraw-Hill.
- Herradón, B. (2011). *Matemáticas y Química, una relación necesaria. Desde la antigüedad al siglo XXI*. Alicante, España: Universidad de Alicante. Recuperado el 16 de marzo de 2018, de http://www.losavancesdelaquimica.com/wp-content/uploads/quimicaymatematicas_herradon_021211.pdf
- Hylland, T. (1994). *Competence, education and NVQs. Dissenting perspectives*. Londres: Cassell.
- ICFES - MEN. (2017). *Informe nacional. Resultados nacionales 2014-2 - 2016-2*. Bogotá, D. C.: MinEducación.
- ICFES. (2011). *Lineamientos Generales. Saber 2009 5º y 9º*. Bogotá, D. C.: ICFES. Recuperado el 25 de marzo de 2018, de <http://www.icfes.gov.co/instituciones-educativas-y-secretarias/pruebas-saber-3-5-y-9/informacion-de-la-prueba-saber3579>
- ICFES. (2014). *Pruebas Saber 3º, 5º y 9º. Lineamientos para las aplicaciones muestral y censal 2014*. Bogotá, D. C.: MinEducación.
- ICFES. (2015). *Lineamientos generales para la presentación del examen de Estado SABER 11º*.

Bogotá, D. C.: MinEducación.

ICFES. (2017). *Guía de orientación Saber 9º*. Recuperado el 5 de mayo de 2018, de Instituciones educativas y secretarías: <http://www.icfes.gov.co/docman/instituciones-educativas-y-secretarias/pruebas-saber-3579/guias-de-orientacion-3579/version-actual-de-las-guias-de-orientacion-del-examen-saber-3-5-y-9/3905-guia-de-orientacion-saber-9-2017/file?force-download=1>

Íñiguez, F. (2015). El desarrollo de la competencia matemática en el aula de ciencias experimentales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 67(2), 117-130.

Jiménez, A., Lizola, E., Robles, F., & Gómez, A. (2012). Un acercamiento a la realidad en el aula. La práctica docente del profesor de desarrollo de habilidades del pensamiento. *Revista Congreso Universidad*, 1(2), 1-12.

Maldonado, M. (2002). *Las competencias una opción de vida*. Bogotá, D. C.: ECO.

MEN. (26 de agosto de 2010). *Pruebas Saber 3º, 5º, 9º*. Recuperado el 25 de marzo de 2018, de Educación preescolar, básica y media: <https://www.mineduccion.gov.co/1759/w3-article-244735.html>

MEN. (2013a). *Secuencias didácticas en ciencias naturales y matemáticas en educación media*. Bogotá, D. C.: Ministerio de Educación Nacional.

MEN. (Noviembre de 2016). *Resumen Ejecutivo Colombia en PISA 2015*. Recuperado el 25 de febrero de 2018, de Informes: <http://www.icfes.gov.co/docman/institucional/home/2785-informe-resumen-ejecutivo-colombia-en-pisa-2015>.

Mendoza, F., & Rodríguez, D. (2009). La educación por competencias en ciencias naturales. *Enseñanza de las ciencias*(Extra. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.), 3525-3529.

- Ministerio de Educación Nacional. (7 de junio de 1998). *Lineamientos curriculares*. Recuperado el 15 de septiembre de 2017, de MinEducación - Artículos - Recursos:
http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-339975_recurso_6.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (2008). *Estándares básicos de competencias en ciencias sociales y ciencias naturales*. Recuperado el 15 de abril de 2018, de Artículos:
https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (agosto de 2013b). *Evaluación de competencias*. Obtenido de
http://www.mineduacion.gov.co/proyectos/1737/articles-328355_archivo_pdf_3_Basica_Primeria.pdf
- Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. (2007). *Comisión nacional para el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias naturales y la matemática. Informe final*. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Recuperado el 15 de marzo de 2018, de http://www.me.gov.ar/doc_pdf/doc_comision.pdf
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (mayo de 2015). *Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología*. Recuperado el 15 de marzo de 2018, de Ley Orgánica para la mejora de la calidad educativa:
<https://www.mecd.gob.es/educacion/mc/lomce/el-curriculo/curriculo-primaria-eso-bachillerato/competencias-clave/ciencias.html>
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. París, Francia: Santillana.
- Morin, E. (2004). *Introducción al pensamiento complejo*. Madrid, España: Gedisa.
- Murcia, N., & Ramírez, C. (2017). Los objetivos de la investigación en educación y pedagogía en Colombia. *Sophia*, 13(1), 75-84.

- Niss, M. (2003). *Mathematical competencies and the learning of mathematics: The danish KOM Project*. Athen: Gagatsis, A.; Papastavridis, S. Recuperado el 15 de marzo de 2018, de <http://www.math.chalmers.se/Math/Grundutb/CTH/mve375/1112/docs/KOMkompetensr.pdf>
- OCDE. (2004). *La definición y selección de competencias clave: Resumen Ejecutivo*. Recuperado el 25 de marzo de 2018, de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico: <http://deseco.ch/bfs/deseco/en/index/03/02.parsys.78532.downloadList.94248.DownloadFile.tmp/2005.dsceexecutivesummary.sp.pdf>
- OCDE. (2006). *PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en ciencias, matemáticas y lectura*. México, D. F.: OCDE.
- OCDE. (2015). *La comparación internacional para la mejora escolar*. Madrid, España: OCDE.
- Otero, J. (2014). *Breve manual para elaborar secuencia didáctica*. Recuperado el 19 de abril de 2018, de Educación y cultura AZ: <http://www.educacionyculturaaz.com/wp-content/uploads/2014/05/Breve-Manual-para-secuencias-didacticas.pdf>
- Pereira, J. (2010). Consideraciones básicas del pensamiento complejo de Edgar Morin, en la educación. *Revista Electrónica Educare*, XIV(1), 67-75.
- Perrenoud, P. (1999). *Construir competencias desde la escuela*. Santiago de Chile: Dolmen.
- Quintero, N., & Zarazo, A. (2009). *Estado actual del diseño curricular de dos instituciones educativas de Bogotá para la formación científica de los estudiantes del segundo ciclo (Proyecto de investigación Magister en educación)*. Bogotá, D. C.: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Educación.
- Rico, L. (2007). La competencia matemática en PISA. *PNA*, I(2), 47-66.

- Rodríguez, V. (2014). La formación situada y los principios pedagógicos de la planificación: La secuencia didáctica. *Ra Ximhai*, 10(5), 323-331.
- Sáenz, C. (2007). La competencia matemática (en el sentido de PISA) de los futuros maestros. *Investigación didáctica*, 25(3), 355-366.
- Soriano, A. (2014). Diseño y validación de instrumentos de medición. *Diálogos*, 8(13), 19-40.
- Támez, G. (1999). *Propuesta didáctica: Metodología para la enseñanza de las matemáticas en carreras técnicas del nivel medio superior (Maestría Enseñanza de ciencias con especialidad en Matemáticas)*. Nuevo León, México: Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Filosofía y Letras.
- Tourengeau, R. (1984). Cognitive science and survey methods: A cognitive retrospective. En T. Jabine, S. Tanur, & R. Tourengeau, *Cognitive aspects of survey design: Building a bridge between disciplines* (págs. 73-100). Washington, D. C.: National Academy Press.
- UNESCO. (1998). La formación del personal de la educación superior: una misión permanente. *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior. La educación superior en el siglo XXI: Visión y acción*. París: UNESCO. Recuperado el 15 de marzo de 2018, de <http://www.unesco.org/education/educprog/wche/principal/staff-s.html>
- Upegui, M. E. (2003). Otra vez las competencias. *Contaduría Universidad de Antioquia*, 1(42), 73-86.
- Uribe, J. (2009). El pensamiento complejo de Edgar Morin, una posible solución a nuestro acontecer político, social y económico. *Espacios públicos*, 12(26), 229-242.
- Uzuriaga, V., & Martínez, A. (2006). Retos de la enseñanza de las matemáticas en el nuevo milenio. *Scientia et Technica*, XII(31), 265-270.
- Valverde, G., & Näslund-Hadley, E. (2010). *La condición de la educación en matemáticas y*

ciencias naturales en América Latina y el Caribe. (F. Barquero, Trad.) BID. Recuperado el 20 de febrero de 2018, de

[https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/2757/La%20condici%
c3%b3n%20de%20la%20educaci%
c3%b3n%20en%20matem%
c3%a1ticas%20y%20ciencias%
20naturales%20en%20%20Am%
c3%a9rica%20Latina%20y%
20el%20Caribe%20.pdf?sequence
=1&isAllowed=y](https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/2757/La%20condici%c3%b3n%20de%20la%20educaci%c3%b3n%20en%20matem%c3%a1ticas%20y%20ciencias%20naturales%20en%20%20Am%c3%a9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Anexos

Anexo 1. Tablas de competencias matemáticas

Comunicación, representación y modelación		
Componente Numérico-variacional	Componente Geométrico-métrico	Componente Aleatorio
<p>El estudiante</p> <p>-Identifica características de gráficas cartesianas en relación con la situación que representan. -Identifica expresiones numéricas y algebraicas equivalentes.</p> <p>-Establece relaciones entre propiedades de las gráficas y propiedades de las ecuaciones algebraicas.</p> <p>-Reconoce el lenguaje algebraico como forma de representar procesos inductivos.</p> <p>-Describe y representa situaciones de variación relacionando diferentes</p>	<p>El estudiante</p> <p>-Representa y reconoce objetos tridimensionales desde diferentes posiciones y vistas.</p> <p>-Usa sistemas de referencia para localizar o describir posición de objetos y figuras.</p> <p>-Reconoce y aplica transformaciones de figuras planas.</p> <p>-Identifica relaciones entre distintas unidades utilizadas para medir cantidades de la misma magnitud.</p> <p>-Diferencia magnitudes de un objeto y relaciona las dimensiones de éste con la determinación de las</p>	<p>El estudiante</p> <p>-Interpreta y utiliza conceptos de media, mediana y moda y explicita sus diferencias en distribuciones diferentes.</p> <p>-Compara, usa e interpreta datos que provienen de situaciones reales y traduce entre diferentes representaciones de un conjunto de datos.</p> <p>-Reconoce la posibilidad o la imposibilidad de ocurrencia de un evento a partir de una información dada o de un fenómeno.</p> <p>-Reconoce relaciones entre</p>

representaciones.	magnitudes.	un conjunto de datos y sus representaciones.
-------------------	-------------	--

	Razonamiento y argumentación	
Componente Numérico-variacional	Componente Geométrico-métrico	Componente Aleatorio
<p>El estudiante</p> <ul style="list-style-type: none"> -Reconoce patrones en secuencias numéricas. -Interpreta y usa expresiones algebraicas equivalentes. -Interpreta tendencias que se presentan en un conjunto de variables relacionadas. -Usa representaciones y procedimientos en situaciones de proporcionalidad directa e 	<p>El estudiante.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Argumenta formal e informalmente sobre propiedades y relaciones de figuras planas y sólidos. -Hace conjeturas y verifica propiedades de congruencias y semejanza entre figuras bidimensionales. -Generaliza procedimientos de cálculo para encontrar el área de figuras planas y el volumen de algunos sólidos. -Analiza la validez o invalidez de 	<p>El estudiante.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Hace conjeturas acerca de los resultados de un experimento aleatorio usando proporcionalidad. -Predice y justifica razonamientos y conclusiones usando información estadística. -Calcula la probabilidad de eventos simples usando métodos diversos. -Usa modelos para discutir la posibilidad de ocurrencia de

<p>inversa.</p> <p>-Reconoce el uso de las propiedades y las relaciones de los números reales.</p> <p>-Desarrolla procesos inductivos y deductivos con el lenguaje algebraico para verificar conjeturas acerca de los números reales.</p>	<p>usar procedimientos para la construcción de figuras planas y cuerpos con medidas dadas.</p> <p>-Predice y compara los resultados de aplicar transformaciones rígidas (rotación, traslación y reflexión) y homotecias (ampliaciones y reducciones) sobre figuras bidimensionales en situaciones matemáticas y artísticas.</p>	<p>un evento.</p> <p>-Fundamenta conclusiones utilizando conceptos de medidas de tendencia central.</p>
---	---	---

	Planteamiento y resolución de problemas	
Componente Numérico-variacional	Componente Geométrico-métrico	Componente aleatorio
<p>El estudiante</p> <p>-Resuelve problemas en situaciones aditivas y multiplicativas en el conjunto de los números</p>	<p>El estudiante</p> <p>-Resuelve problemas de medición utilizando de manera pertinente instrumentos y unidades de medida.</p>	<p>El estudiante</p> <p>-Usa e interpreta medidas de tendencia central para analizar el comportamiento de un conjunto de datos.</p>

<p>reales.</p> <p>-Resuelve problemas que involucran potenciación, radicación y logaritmicación.</p> <p>-Resuelve problemas en situaciones de variación y modela situaciones de variación con Funciones polinómicas y exponenciales en contextos aritméticos y geométricos.</p>	<p>-Resuelve y formula problemas usando modelos geométricos.</p> <p>-Establece y utiliza diferentes procedimientos de cálculo para hallar medidas de superficies y volúmenes.</p> <p>-Resuelve y formula problemas que requieran técnicas de estimación</p>	<p>-Resuelve y formula problemas a partir de un conjunto de datos presentado en tablas, diagramas de barras y diagrama circular.</p> <p>-Hace inferencias a partir de un conjunto de datos.</p> <p>-Plantea y resuelve situaciones relativas a otras ciencias utilizando conceptos de probabilidad.</p>
---	---	---

Fuente: (ICFES, 2011)

Anexo 2. Instrumento de pre test y post test



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

COLEGIO ATAHUALPA I.E.D

COLEGIO VILLA RICA I.E.D



Esta Prueba diagnóstica, hace parte del Proyecto de Investigación de Maestría en Educación con Énfasis en Ciencias Naturales de la Pontificia Universidad Javeriana, por un grupo de docentes de la Secretaría de Educación, con el cual se busca establecer la correlación de las asignaturas de matemáticas y química en las instituciones educativas distritales Atahualpa y Villa Rica.

CUADERNILLO DE EJERCICIOS.

CUADERNILLO 2

PROPOSITO: Indagar el nivel de aplicación de las habilidades matemáticas en razonamiento y resolución numérico-variacional, aplicadas en situaciones propias de la química.

INTRODUCCIÓN.

A continuación, encontrará dos cuadernillos; el primero (Cuadernillo Teórico) le brinda información teórica, fórmulas matemáticas, químicas y geométricas, y las tablas de equivalencias que le permitirán abordar la resolución de los ejercicios del segundo cuadernillo. En el segundo (Cuadernillo de ejercicios) encontrará una variedad de situaciones presentadas en diferentes contextos, en las cuales se hace necesario que usted, aplique sus conocimientos, identifique los datos relevantes, realice los procesos matemáticos y obtenga la respuesta correcta

SITUACION 1

El trabajo científico, en química, no se limita solamente a agregar reactivos en tubos de ensayo. Este trabajo implica realizar mediciones, determinar valores y analizar los resultados. Se habla de medir cuando se compara una magnitud o propiedad de los cuerpos contra otra la cual es tomada como patrón.

Nos encontramos con dimensiones muy diferentes; que pueden ir desde el tamaño de un átomo, una molécula o una célula que son muy pequeños o por el contrario dimensiones que son muy grandes

como la cantidad de mililitros de agua contenidos en una piscina, la masa de un elefante, la distancia existente entre la tierra y la luna. Por lo anterior es importante el uso de múltiplos para expresar cantidades o muy grandes o muy pequeñas según sea el caso. A continuación, se presentan diferentes cantidades con unidades distintas.

A continuación se le solicita realizar las conversiones según corresponda en las unidades solicitadas. Marque las respuestas correctas indicando los procedimientos realizados.

150 metros equivalen a _____ **centímetros** a. 1,5 cm b. 15 cm c. 15000 cm d. 0.15 cm

2 kilogramos equivalen a _____ **gramos** a. 2000 g b. 0,002 g c. 200 g d. 0,2 g

2 gramos equivalen a _____ **miligramos** a. 2000 mg b. 0,002 mg c. 200 mg d. 0,2 mg

150 mililitros equivalen a _____ **litros** a. 150000 L b. 15000 L c. 1,5 L d. 0,15 L

SITUACION 2

Tony Stark es un muy exitoso y famoso multimillonario, posee una de las mentes más brillantes del mundo. Desafortunadamente su vida da un repentino giro el día en el que es secuestrado por un grupo de terroristas. Donde sus secuestradores le obligan a que les construya un arma de destrucción masiva. En lugar del arma, Tony crea una armadura con múltiples armas incorporadas a su medida, la cual utiliza para salvar su vida y escapar así de su cautiverio. Finalmente, éste logra volver a su mansión para reconstruir y mejorar su armadura.

Para la reconstrucción Tony Stark, solicita muestras de metales, pero al recibirlas Babas pierde las etiquetas que diferencian los metales. Se conoce que las muestras tienen la misma forma, son tres cubos iguales de **5 cm** de lado y de cada uno se sabe su masa (Ver gráfica). Ayuda a determinar cuál es metal que posee *menor* densidad, característica necesaria para la elaboración de una armadura ligera y resistente



PROCEDIMIENTO

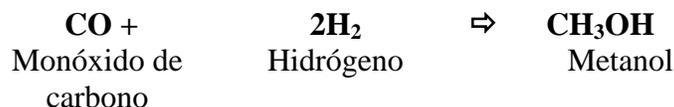
SITUACION 3

Al Acertijo le gusta revolver todo y que se convierta en un caos, al entrar al laboratorio de química se encontró con algunos compuestos químicos y sus masas moleculares. Ayuda a organizar las parejas correspondientes para evitar el caos.

	46g	141,8g	
	Cr ₂ O ₃	Fe(OH) ₃	309,8g
PROCEDIMIENTO			
	Fe(OH) ₃		
	Na ₂ SO ₄		
	CH ₃ CH ₂ OH		
	Ca ₃ (PO ₄) ₂		

SITUACION 4

En los colegios de la ciudad de Bogotá se ha encontrado el consumo de cocteles mortales. Los cuales se preparan al mezclar metanol con bebidas azucaradas como la coca cola, Jugos del valle o Frutiño. La mezcla mortal se elabora pensando en la “economía”. Lo que los estudiantes desconocen es que el **metanol o alcohol de madera**, también conocido como alcohol metílico es sumamente tóxico. Solo se necesita la ingestión de 2 a 8 onzas para provocar la muerte de un adulto. Para un niño, 1 onza es suficiente. Originariamente se producía metanol por destilación destructiva de astillas de madera. Esta materia prima condujo a su nombre de alcohol de madera. Actualmente, todo el metanol producido mundialmente se sintetiza a partir de monóxido de carbono e hidrógeno. Esta reacción emplea altas temperaturas y presiones.



Este alcohol es utilizado con fines industriales, se encuentra en los líquidos para fotocopiadoras, se añade a la gasolina para mejorar su octanaje, como disolvente de pintura, líquido limpiador de parabrisas, como anticongelante, solo por mencionar algunos usos.

Las consecuencias del consumo de metanol son evidentes en el aparato digestivo con fuertes dolores abdominales, náuseas, vómitos y diarreas. Afecta al nervio óptico produciendo visión borrosa, dilatación de las pupilas y hasta pérdida de la visión, que en la mayoría de las veces es irreversible. Los efectos sobre el sistema nervioso se presentan con mareos y fuertes dolores de

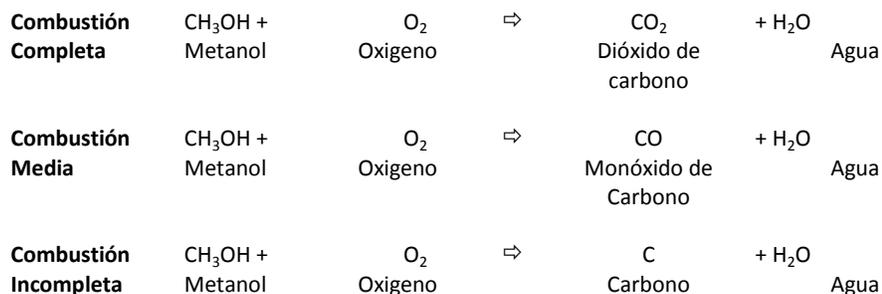
cabeza, comportamiento agitado, convulsiones e incluso llegar al coma. Por otra parte, desciende la presión arterial generando fatiga y debilidad. Las uñas y los labios pueden tomar un color azulado, dificultad respiratoria grave, incluyendo el paro respiratorio.

1. A partir de la ecuación para obtener Metanol, determine ¿Cuántas **moles** de metanol se producen, si se hacen reaccionar **40 moles** de hidrogeno? *Indique el procedimiento empleado.*
 - a. 1 mol CH₃OH
 - b. 2 mol CH₃OH
 - c. 20 mol CH₃OH
 - d. 40 mol CH₃OH

2. ¿Determinar cuántos **mililitros** de metanol se producen, si se hacen reaccionar **150g** de monóxido de carbono? tener en cuenta que la densidad del metanol es de **0,79g/ml**. *Indique el procedimiento empleado.*
 - a. 171 ml de CH₃OH
 - b. 216,4 ml de CH₃OH
 - c. 135 ml de CH₃OH
 - d. 189 de CH₃OH

SITUACION 5

En concordancia con la situación anterior el metanol se emplea en motores de combustión interna. Con relación a la cantidad de oxígeno que exista en la reacción se presentara una combustión completa, media o incompleta como lo muestran las siguientes ecuaciones.



1. Balancear las ecuaciones.

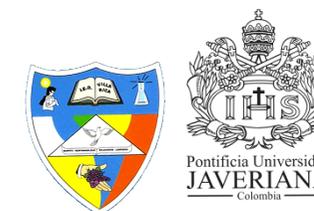
2. ¿Cuántas **moles** de oxígeno de requieren para que reaccionen en su totalidad con **10 moles** de metanol en la combustión completa? *Indique el procedimiento empleado.*
 - a. 3 moles de oxígeno
 - b. 10 moles de oxígeno
 - c. 15 moles de oxígeno
 - d. 6,6 moles de oxígeno

3. ¿Cuantos **gramos** de oxígeno se requieren para que reacciones en su totalidad con **100g** de metanol en la combustión incompleta? *Indique el procedimiento empleado.*
- a. 50 g de oxígeno
 - b. 100 g de oxígeno
 - c. 200g de oxígeno
 - d. 300g de oxígeno

Anexo 3. Instrumento para la secuencia didáctica



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA COLEGIO ATAHUALPA IED COLEGIO VILLA RICA IED



EL PODEROSO QUÍMICO,

En la química, como en la naturaleza, se producen diferentes productos a partir de los elementos denominados reactivos que se introducen en la parte inicial. Esta magia se puede llevar a cabo siempre y cuando los elementos que ingresen en el sombrero del PODEROSO QUÍMICO, sean iguales en cantidad a los que salen, es decir se cumpla la ley de la conservación de la masa.

Veamos un ejemplo.

Al observar la siguiente reacción representada con figuras geométricas, hay que verificar que a los dos lados del sombrero mágico se encuentren las mismas figuras en especie y cantidad.



Hay que revisar las cantidades existentes de cada figura en los reactivos y los productos	Para igualar los cuadrados asignamos el numero 2 como coeficiente para equilibrar los cuadrados	Para equilibrar los triángulos se asigna el numero 2 como coeficiente en el triángulo de los reactivos
Como podemos ver, los triángulos están en cantidades	Al colocar el 2 como coeficiente igualamos los cuadrados. Pero	Al verificar las cantidades de cada una de las figuras nos damos

iguales. Por otra parte, si miramos los cuadrados hay 2 en los reactivos y 1 en los productos

al revisar los triángulos tenemos 4 en los productos y 2 en los reactivos

cuenta que están en cantidades iguales tanto en los reactivos como en los productos.

** Los Coeficientes (Numero Grandes) multiplican a los subíndices

ACTIVIDAD: A continuación, encontrará una serie de ecuaciones, hay que igualar el número de animales a ambos lados. Se debe hacer en el siguiente orden. **1° Mamíferos, 2° Marinos, 3° Insectos, 4° Aves.** Se deben asignar números grandes (Coeficientes) al inicio de cada termino según sea el caso. **OJO NUNCA EN MEDIO DE LAS PAREJAS**



PESO MOLECULAR

Es la masa que posee un mol de un compuesto, que a su vez está constituido por la suma de las masas totales de cada individuo que constituye la molécula. Es decir, para hallar su valor, debemos seguir los siguientes pasos.

1. Identificar cada especie en la molécula y Cuantos hay de cada uno de ellos.
2. Multiplicar la cantidad total de individuos de cada especie por la masa de ellos.

3. Se suman las masas totales de las diferentes especies que forman la molécula.

Con la ayuda de la siguiente tabla de los masas de animales, desarrollemos el siguiente ejemplo.

							
20g	580g	450g	70g	35g	154g	180g	298g

Ejemplo Calculemos la masa molecular de la pareja de piojoburones

 4	 10	CANTIDAD DE ANIMALES	LO MULTIPLICAMOS POR LA MASA	MASA DEL ANIMAL	MASAS PARCIALES
		4 TIBURONES	X	580g	2320g
		10 PIOJOS	X	70g	+ 700g
Finalmente se suman las masas parciales, obteniendo la masa total de una molécula de piojoburon					3020g

ACTIVIDAD A continuación, se presentan diferentes grupos de animales, determinar la masa de cada grupo según corresponda. Hay que tener en cuenta los coeficientes y subíndices según corresponda en cada caso.

 2  7	 2  3	4  2   4
8  2 (  4) 3	5  3   3	5   3

ACTIVIDAD De acuerdo con las masas obtenidas en cada caso expresar los valores en kilogramos, miligramos y toneladas

A continuación, encontraras ecuaciones balanceadas. Determina las masas de cada uno de los términos y verifica que se cumpla la ley de la conservación de la masa

							
125g	15g	35g	450g	190g	80g	55g	290g

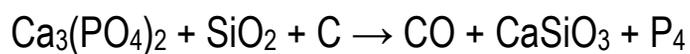
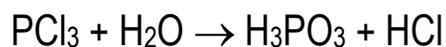
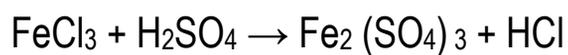
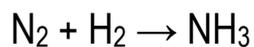
$$2 \text{ 🐟} + 3 \text{ 🐞} = 2 \text{ 🐞} + 2 \text{ 🐟} + 3 \text{ 🐞}$$

$$4 \text{ 🐳} + 3 \text{ 🐜} + 5 \text{ 🐣} = 2 \text{ 🐞} + 4 \text{ 🐳} + 2 \text{ 🐣} + 6 \text{ 🐜}$$

$$2 \text{ 🐟} + 4 \text{ 🐛} + 10 \text{ 🐔} = 2 \text{ 🐞} + 8 \text{ 🐟} + 2 \text{ 🐔} + 10 \text{ 🐛}$$

ACTIVIDAD

Balancear las siguientes reacciones

**ACTIVIDAD**

Determinar la cantidad de átomos de cada especie presentes en cada una de las moléculas. Tener en cuenta los coeficientes y subíndices presentes en cada caso

4 H ₂ CO ₃	6 Ni ₃ (PO ₄) ₂	4 HNO ₃	6 Fe(OH) ₃	3 Na ₂ SO ₄
6 Pb(OH) ₄	8Ca(NO ₃) ₂	4HClO ₃	8 Fe ₂ (SO ₃) ₃	2NaOH

ACTIVIDAD

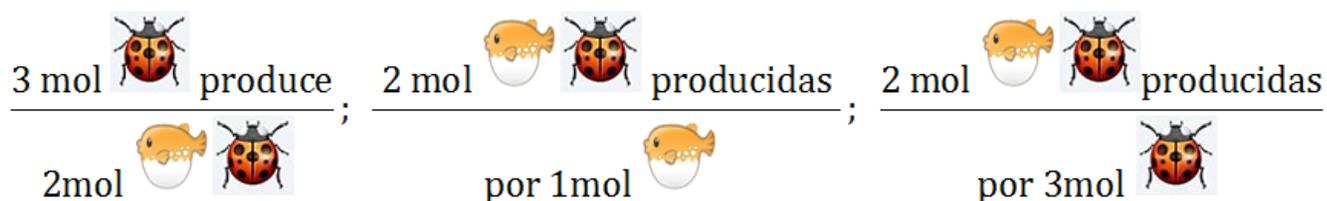
Con ayuda de la tabla periódica determinar la masa de cada una de las moléculas. Realizar los cálculos con un solo decimal

4 H ₂ CO ₃	6 Ni ₃ (PO ₄) ₂	4 HNO ₃	6 Fe(OH) ₃	3 Na ₂ SO ₄
6 Pb(OH) ₄	8Ca(NO ₃) ₂	4HClO ₃	8 Fe ₂ (SO ₃) ₃	2NaOH

ESTEQUIOMETRIA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

En las actividades prácticas en el laboratorio resulta de gran utilidad la estequiometría de las reacciones, por cuanto nos permite establecer las cantidades exactas de reactivos para producir una cantidad fija de productos.

La ecuación química balanceada me permite establecer las relaciones molares entre reactivos y producto y viceversa de la siguiente manera.

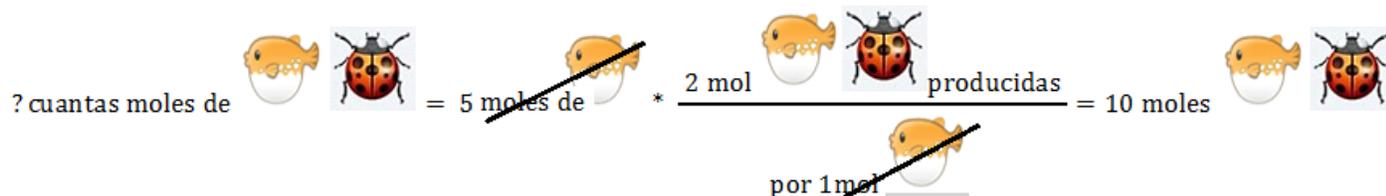


Teniendo claras las relaciones posibles en la ecuación química, podremos desarrollar el siguiente ejemplo.

Ejemplo 1. ¿Cuántas moles de pez-mariquita se producen a partir de 5 mol de pez?

La cantidad que nos dan	¿Qué hay que averiguar?
5 mol de 🐟	cantidad de moles de 🐟🐞 que se producen

Si se multiplica la cantidad que nos dan por una relación entre el reactivo pez, y el producto pez – mariquita, tendremos la respuesta.



Ejemplo 2. ¿Cuántas moles de  reaccionan en su totalidad con 8 moles de  ?

La cantidad que nos dan	¿Qué hay que averiguar?
8 mol de 	cantidad de moles de  que reaccionan

Si multiplicamos la cantidad que nos dan por una relación entre el reactivo pez, y el reactivo mariquita, tendremos la respuesta.

$$\begin{array}{l}
 ? \text{ Cuántas moles de } \img alt="ladybug emoji" data-bbox="352 418 428 472" \text{ reaccionan} = 8 \text{ mol } \img alt="fish emoji" data-bbox="602 422 668 472" \times \frac{3 \text{ mol } \img alt="ladybug emoji" data-bbox="725 408 801 462}}{1 \text{ mol } \img alt="fish emoji" data-bbox="735 475 801 525}} \\
 \\
 = 24 \text{ moles de } \img alt="ladybug emoji" data-bbox="430 528 506 582"
 \end{array}$$

ACTIVIDAD

Desarrolle cada uno de los siguientes ejercicios de estequiometría. Teniendo en cuenta la siguiente ecuación desarrolle los siguientes cálculos estequiométricos.



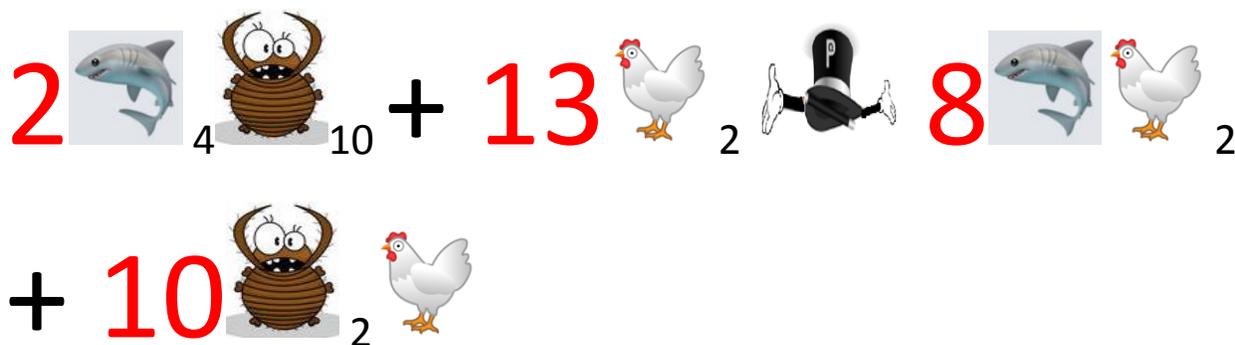
a. cuantas moles de   se producen cuando reaccionan 25 mol 

b. cuantas moles de  2  se producen cuando reaccionan 8 moles de  

c. Cuantas moles de   se necesitan para producir 80 moles de  

ACTIVIDAD

De acuerdo con la siguiente ecuación, realice los siguientes cálculos estequiométricos.



a. cuantas moles  4  10 se consumen para producir 15 moles  

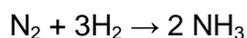
b. Si se producen 42 moles de  2  cuantas moles de  se necesitan

c. Cuantas moles de  4  10 se necesitan para reaccionar con 25 moles 

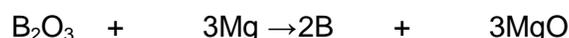
ACTIVIDAD

Para cada una de las siguientes ecuaciones realice los cálculos estequiométricos que se proponen.

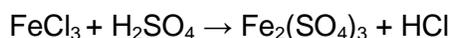
1. Se quieren obtener 10 moles de amoníaco NH_3 , ¿cuántas moles de hidrogeno gaseoso H_2 se consumen?



2. ¿Cuántos gramos de magnesio Mg , reaccionan, con 3 moles de óxido de boro B_2O_3 ?

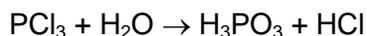


3. El sulfato férrico ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) se produce a partir de la reacción del cloruro férrico (FeCl_3) con el ácido sulfúrico (H_2SO_4). De acuerdo con la ecuación.

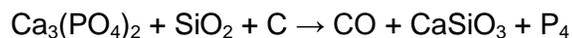


¿Cuántas moles de cloruro férrico se necesitan para que reaccionen completamente 10ml de ácido sulfúrico?

4. Si reaccionan 100g de agua con PCl_3 , ¿Cuántos gramos de H_3PO_3 se producen?



5. ¿Cuántos moles de fosfato de calcio $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ reaccionan con 120g de carbono?



6. De acuerdo con la ecuación, si reaccionan 178g de estaño ¿Calcular gramos de ácido nítrico (HNO_3) se requieren para que reaccionen en su totalidad?



Anexo 4. Rúbrica de evaluación para la recolección de datos



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
COLEGIO ATAHUALPA I.E.D
COLEGIO VILLA RICA I.E.D



RUBRICA

ESTUDIANTE:

INSTITUCION:

		DESEMPEÑOS						
	COMPETENCIA	NIVEL	Presenta procedimiento CORRECTO y obtiene respuesta CORRECTA (10)	NO presenta procedimiento y obtiene respuesta CORRECTA (5)	Presenta procedimiento INCORRECTO y obtiene respuesta CORRECTA (5)	Presenta procedimiento INCORRECTO y obtiene respuesta INCORRECTA (0)	NO resuelve la situación (0)	PUNTAJE OBTENIDO
SITUACIÓN 1	RESOLUCIÓN	Mínimo	a					0
			b					0
			c					0
			d					0
SITUACIÓN 2	RESOLUCIÓN	Satisfactorio					0	
SITUACIÓN 3	RAZONAMIENTO	Satisfactorio					0	
SITUACIÓN 4	RAZONAMIENTO	Avanzado	a					0
			b					0
SITUACIÓN 5	RAZONAMIENTO	Avanzado	1a					0
			1b					0
			1c					0
			2					0
			3					0
OBSERVACIONES:							TOTAL:	0

Anexo 5. Tablas de análisis de los resultados en matemáticas de las Pruebas Saber para los colegios distritales de las localidades de Kennedy y Fontibón

COLEGIO	2014			2015			2016			PROMEDIOS INSTITUCIÓN		
	RAZONAMIENTO	COMUNICACIÓN	RESOLUCIÓN	RAZONAMIENTO	COMUNICACIÓN	RESOLUCIÓN	RAZONAMIENTO	COMUNICACIÓN	RESOLUCIÓN	RAZONAMIENTO	COMUNICACIÓN	RESOLUCIÓN
COL RODRIGO ARENAS BETANCOURT (IED)	3	4	2	4	4	2	3	3	2	3,33	3,67	2,00
COL PABLO NERUDA (IED)	4	4	2	3	3	3	2	4	2	3,00	3,67	2,33
COL CARLO FEDERICI (IED)	3	3	3	4	2	2	3	4	3	3,33	3,00	2,67
COL ANTONIO VAN UDEN (IED)	3	3	4	4	2	2	3	4	2	3,33	3,00	2,67
COL VILLEMAR EL CARMEN (IED)	3	4	2	2	4	3	2	5	2	2,33	4,33	2,33
COL INST TEC INTERNACIONAL (IED)	3	4	4	4	2	3	3	4	2	3,33	3,33	3,00
COL LUIS ANGEL ARANGO (IED)	2	5	2	2	4	3	4	3	2	2,67	4,00	2,33
COL COSTA RICA (IED)	4	2	4	3	4	2	3	4	3	3,33	3,33	3,00
COL INTEG D DE FONTIBON IBEP (IED)	2	2	4	2	3	2	2	4	4	2,00	3,00	3,33
COL ATAHUALPA (IED)	3	2	5	4	3	5	4	4	2	3,67	3,00	4,00
COL CARLOS ARANGO VELEZ (IED)	3	3	3	2	4	3	2	4	3	2,33	3,67	3,00
COL DARIO ECHANDIA (IED)	3	4	3	3	3	3	2	4	4	2,67	3,67	3,33
COL NAL NICOLAS ESGUERRA (IED)	4	4	3	3	3	4	4	3	4	3,67	3,33	3,67
COL CARLOS ARTURO TORRES (IED)	3	4	3	4	3	3	4	4	2	3,67	3,67	2,67
COL LA AMISTAD (IED)	2	3	4	3	2	4	3	4	2	2,67	3,00	3,33
COL TOM ADAMS (IED)	3	4	2	3	2	2	2	4	2	2,67	3,33	2,00
COL EL JAPON (IED)	3	4	2	4	2	3	4	4	2	3,67	3,33	2,33
COL SAN PEDRO CLAVER (IED)	3	4	2	4	2	3	4	4	2	3,67	3,33	2,33
COL CLASS (IED)	3	4	3	2	4	4	2	4	3	2,33	4,00	3,33
COL PAULO VI (IED)	3	3	3	3	4	2	4	2	4	3,33	3,00	3,00
COL SAN JOSE (IED)	4	4	2	3	4	2	4	2	4	3,67	3,33	2,67
COL SAN RAFAEL (IED)	2	4	3	4	2	3	4	4	2	3,33	3,33	2,67
COL MARSELLA (IED)	4	4	2	3	4	2	4	4	2	3,67	4,00	2,00
COL FRANCISCO DE MIRANDA (IED)	3	2	4	2	2	4	2	2	4	2,33	2,00	4,00
COL LAS AMERICAS (IED)	2	3	3	3	2	4	3	4	3	2,67	3,00	3,33
COL OEA (IED)	2	4	3	4	4	3	4	4	2	3,33	4,00	2,67
COL ISABEL II (IED)	2	4	2	4	4	2	4	4	3	3,33	4,00	2,33
COL ALQUERIA DE LA FRAGUA (IED)	3	4	2	3	2	3	2	1	5	2,67	2,33	3,33
COL LOS PERIODISTAS (IED)	2	4	4	4	3	2	2	5	2	2,67	4,00	2,67
COL LA CHUCUA (IED)	3	4	3	2	4	2	2	4	3	2,33	4,00	2,67
COL KENNEDY (IED)	3	4	3	4	4	2	4	4	2	3,67	4,00	2,33
COL NUEVO KENNEDY (IED) FERNANDO SOTO APARICIO	4	2	4	2	4	3	4	4	2	3,33	3,33	3,00
COL INEM FRANCISCO DE PAULA SANTANDER (IED)	3	2	3	3	3	2	4	4	2	3,33	3,00	2,33
COL JOHN F KENNEDY (IED)	4	2	4	2	2	4	2	4	2	2,67	2,67	3,33
COL PROSPERO PINZON (IED)	1	5	4	4	2	3	5	2	4	3,33	3,00	3,67
COL MANUEL CEPEDA VARGAS (IED)	2	5	2	4	2	3	4	4	4	3,33	3,67	3,00
COL JAIRO ANIBAL NIÑO (CED)	3	4	2	2	3	3	2	3	2	2,33	3,33	2,33
COL JACKELINE (IED)	5	1	5	1	5	4	1	2	5	2,33	2,67	4,67
COL PATIO BONITO II (IED)	2	4	3	2	3	3	2	4	1	2,00	3,67	2,33
COL LA FLORESTA SUR (IED)	3	3	4	3	2	4	2	4	4	2,67	3,00	4,00
COL CASTILLA (IED)	4	3	3	2	3	4	4	4	2	3,33	3,33	3,00

COL VILLA RICA (IED)	2	4	3	4	4	2	4	4	3	3,33	4,00	2,67
COL ALFONSO LOPEZ PUMAREJO (IED)	3	3	4	4	3	3	4	2	4	3,67	2,67	3,67
COL INST TEC RODRIGO DE TRIANA (IED)	4	3	3	4	2	2	3	3	2	3,67	2,67	2,33
COL CAFAM BELLAVISTA (CED)	4	4	2	4	2	2	3	5	2	3,67	3,67	2,00
COL EDUARDO UMAÑA LUNA (IED)	2	4	3	2	3	3	2	3	2	2,00	3,33	2,67
COL HERNANDO DURAN DUSAN (CED)	4	2	5	2	3	3	4	3	3	3,33	2,67	3,67
COL JAIME GARZON (CED)	3	4	3	4	2	2	4	3	4	3,67	3,00	3,00
COL SAN JOSE DE CASTILLA (IED)	0	0	0	3	2	4	3	4	3	2,00	2,00	2,33
COL GABRIEL BETANCOURT MEJIA (IED)	3	4	3	4	4	2	2	4	2	3,00	4,00	2,33
COL CODEMA (IED)	0	0	0	4	4	2	2	2	4	2,00	2,00	2,00
COL GUSTAVO ROJAS PINILLA (IED)	2	5	2	3	3	4	2	3	3	2,33	3,67	3,00
COL SALUDCOOP SUR (IED)	2	3	3	2	3	2	2	4	4	2,00	3,33	3,00
PROMEDIOS COMPETENCIA	2,85	3,37	2,94	3,12	3,00	2,87	3,04	3,56	2,77	2,98	3,31	2,86

**Anexo 6. Tablas de análisis de los resultados en ciencias naturales de las Pruebas Saber para los colegios
distritales de las localidades de Kennedy y Fontibón**

COLEGIO	2012			2014			2016			PROMEDIOS INSTITUCIÓN		
	USO CONOCIMIENTO CIENTIFICO	EXPLICACION	INDAGACION									
COL RODRIGO ARENAS BETANCOURT (IED)	3	1	5	2	2	5	4	2	4	3,00	1,67	4,67
COL PABLO NERUDA (IED)	2	4	4	4	3	3	4	2	4	3,33	3,00	3,67
COL CARLO FEDERICI (IED)	3	2	4	2	4	4	4	2	4	3,00	2,67	4,00
COL ANTONIO VAN UDEN (IED)	3	2	5	4	2	3	5	2	2	4,00	2,00	3,33
COL VILLEMAR EL CARMEN (IED)	2	5	2	2	1	5	4	2	2	2,67	2,67	3,00
COL INST TEC INTERNACIONAL (IED)	3	5	1	4	4	3	2	4	3	3,00	4,33	2,33
COL LUIS ANGEL ARANGO (IED)	2	3	4	2	3	5	3	4	2	2,33	3,33	3,67
COL COSTA RICA (IED)	2	2	4	2	2	4	3	4	3	2,33	2,67	3,67
COL INTEG D DE FONTIBON IBEP (IED)	4	2	4	3	3	3	4	3	2	3,67	2,67	3,00
COL ATAHUALPA (IED)	2	5	2	5	4	1	2	4	4	3,00	4,33	2,33
COL CARLOS ARANGO VELEZ (IED)	3	2	4	4	3	3	3	4	2	3,33	3,00	3,00
COL DARIO ECHANDIA (IED)	3	3	5	4	2	4	3	4	4	3,33	3,00	4,33
COL NAL NICOLAS ESGUERRA (IED)	3	4	2	3	3	4	4	4	2	3,33	3,67	2,67
COL CARLOS ARTURO TORRES (IED)	2	2	4	1	4	4	3	1	5	2,00	2,33	4,33
COL LA AMISTAD (IED)	3	3	4	4	3	2	3	4	4	3,33	3,33	3,33
COL TOM ADAMS (IED)	3	4	2	3	2	4	4	4	2	3,33	3,33	2,67
COL EL JAPON (IED)	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3,33	3,33	3,67
COL SAN PEDRO CLAVER (IED)	4	2	4	3	2	4	2	4	2	3,00	2,67	3,33
COL CLASS (IED)	2	4	4	4	2	3	3	4	3	3,00	3,33	3,33
COL PAULO VI (IED)	2	4	4	4	1	4	4	2	4	3,33	2,33	4,00
COL SAN JOSE (IED)	4	2	4	4	4	2	2	2	4	3,33	2,67	3,33
COL SAN RAFAEL (IED)	2	3	4	3	2	4	2	2	5	2,33	2,33	4,33
COL MARSELLA (IED)	2	2	4	2	4	4	4	4	2	2,67	3,33	3,33
COL FRANCISCO DE MIRANDA (IED)	2	3	5	2	4	4	4	2	2	2,67	3,00	3,67
COL LAS AMERICAS (IED)	1	4	4	4	3	2	4	3	2	3,00	3,33	2,67
COL OEA (IED)	2	2	5	3	2	4	4	4	3	3,00	2,67	4,00
COL ISABEL II (IED)	3	3	4	3	4	4	3	2	5	3,00	3,00	4,33
COL ALQUERIA DE LA FRAGUA (IED)	4	1	5	5	3	1	3	3	4	4,00	2,33	3,33
COL LOS PERIODISTAS (IED)	2	4	4	4	2	4	4	2	3	3,33	2,67	3,67
COL LA CHUCUA (IED)	4	2	4	3	2	4	4	2	4	3,67	2,00	4,00
COL KENNEDY (IED)	4	2	4	2	4	4	4	2	4	3,33	2,67	4,00
COL NUEVO KENNEDY (IED) FERNANDO SOTO APARICIO	2	4	4	2	2	4	3	2	4	2,33	2,67	4,00
COL INEM FRANCISCO DE PAULA SANTANDER (IED)	2	2	4	3	3	4	3	3	4	2,67	2,67	4,00
COL JOHN F KENNEDY (IED)	4	3	2	3	3	3	2	5	2	3,00	3,67	2,33
COL PROSPERO PINZON (IED)	4	3	4	4	2	4	3	3	5	3,67	2,67	4,33
COL MANUEL CEPEDA VARGAS (IED)	4	2	4	4	3	3	2	4	4	3,33	3,00	3,67
COL JAIRO ANIBAL NIÑO (CED)	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3,33	3,33	4,00
COL JACKELINE (IED)	NR	NR	NR	3	5	1	2	1	5	0,00	0,00	0,00
COL PATIO BONITO II (IED)	3	2	4	3	4	4	4	4	2	3,33	3,33	3,33
COL LA FLORESTA SUR (IED)	4	2	4	4	4	2	3	1	5	3,67	2,33	3,67
COL CASTILLA (IED)	3	2	4	3	3	4	4	2	4	3,33	2,33	4,00
COL VILLA RICA (IED)	NR	NR	NR	4	2	4	4	2	3	0,00	0,00	0,00
COL ALFONSO LOPEZ PUMAREJO (IED)	3	4	2	3	4	4	3	2	5	3,00	3,33	3,67
COL INST TEC RODRIGO DE TRIANA (IED)	3	4	4	3	2	4	4	4	2	3,33	3,33	3,33
COL CAFAM BELLAVISTA (CED)	3	2	4	2	4	4	3	2	4	2,67	2,67	4,00
COL EDUARDO UMAÑA LUNA (IED)	4	2	4	2	3	4	4	2	2	3,33	2,33	3,33
COL HERNANDO DURAN DUSAN (CED)	2	2	5	4	2	4	3	4	3	3,00	2,67	4,00

COL JAIME GARZON (CED)	2	2	5	3	3	3	5	2	2	3,33	2,33	3,33
COL SAN JOSE DE CASTILLA (IED)	2	3	4	3	4	3	4	3	4	3,00	3,33	3,67
COL GABRIEL BETANCOURT MEJIA (IED)	3	2	5	2	2	4	4	2	3	3,00	2,00	4,00
COL CODEMA (IED)	4	1	4	3	4	3	3	2	4	3,33	2,33	3,67
COL GUSTAVO ROJAS PINILLA (IED)	2	3	4	4	3	3	4	4	2	3,33	3,33	3,00
COL SALUDCOOP SUR (IED)	4	2	4	3	3	4	3	3	4	3,33	2,67	4,00
PROMEDIOS COMPETENCIA	2,84	2,76	3,88	3,15	2,92	3,51	3,38	2,87	3,32	3,01	2,75	3,44

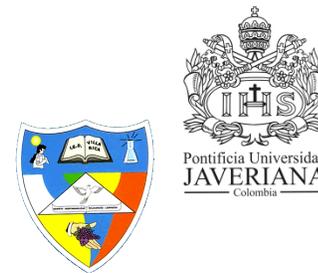
Anexo 7. Cuadernillo teórico entregado para ser empleado en la solución de las conductas de entrada y salida



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

COLEGIO ATAHUALPA I.E.D

COLEGIO VILLA RICA I.E.D



Esta Prueba diagnóstica, hace parte del Proyecto de Investigación de Maestría en Educación con Énfasis en Ciencias Naturales de la Pontificia Universidad Javeriana, por un grupo de docentes de la Secretaría de Educación, con el cual se busca establecer la correlación de las asignaturas de matemáticas y química en las instituciones educativas distritales Atahualpa y Villa Rica.

CUADERNILLO TEÓRICO.

CUADERNILLO 1

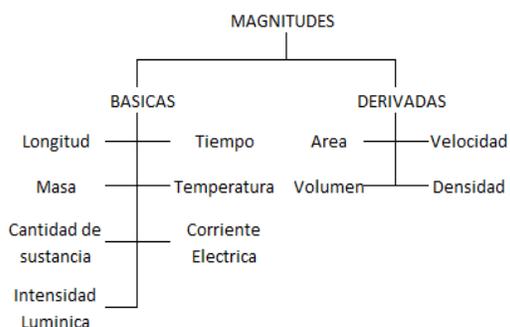
Por Favor No Rayar Este Cuadernillo

PROPOSITO: Indagar el nivel de aplicación de las habilidades matemáticas en razonamiento y resolución numérico-variacional, aplicadas en situaciones propias de la química.

INTRODUCCIÓN.

A continuación, encontrará dos cuadernillos; el primero (Cuadernillo Teórico) le brindará información teórica, fórmulas matemáticas, químicas y geométricas, y las tablas de equivalencias que le permitirán abordar la resolución de los ejercicios del segundo cuadernillo. En el segundo (Cuadernillo de ejercicios) encontrará una variedad de situaciones presentadas en diferentes contextos, en las cuales se hace necesario que usted, aplique sus conocimientos, identifique los datos relevantes, realice los procesos matemáticos y obtenga la respuesta correcta

CONVERSIÓN DE UNIDADES



El trabajo científico tiene dentro de sus actividades una serie de mediciones. Todo lo que puede medirse se denomina **magnitud física**. Las magnitudes se clasifican en **básicas o fundamentales** y **derivadas**. Las básicas son aquellas que no pueden expresarse en función de otros conceptos como, longitud, masa, tiempo, etc. Otras magnitudes se definen en función de las anteriores y son un producto de la combinación de las fundamentales. Así la densidad es una magnitud derivada que se obtienen dividiendo la masa por el volumen; el

volumen resulta de multiplicar tres dimensiones o tres unidades de longitud.

Dentro de las que más se utilizan en química tenemos **longitud, masa, volumen y densidad**.

Longitud: Es la distancia entre dos puntos, o la mayor de las dimensiones de una superficie. En el *Sistema Internacional de unidades (SI)* la unidad patrón es el **metro (m)**. Por ejemplo saber la estatura de una persona, es una medida de longitud; se compara la distancia desde el suelo al punto superior de la cabeza y se compara con la unidad patrón, *el metro*.

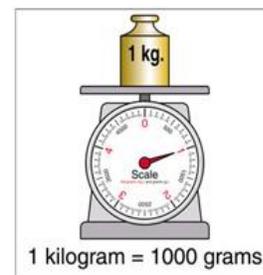


TABLAS DE EQUIVALENCIAS PARA EL METRO

Unidad	Metro m	Decámetro Dm	Hectómetro Hm	Kilometro Km	Megametro Mm	Gigametro Gm
1 m	1	0,1	0,01	0,001	0,0000010	0,000000001
Unidad	Metro m	Decímetro dm	Centímetro cm	Milímetro mm	Micrametro um	Nanometro nm
1 m	1	10	100	1000	1000000	1000000000

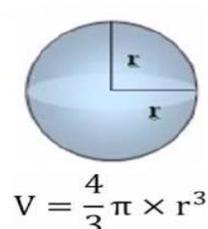
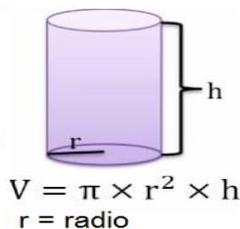
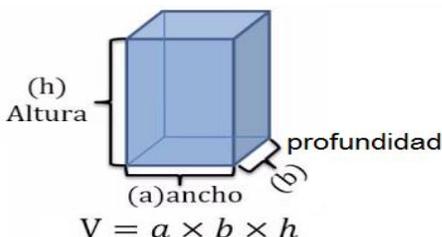
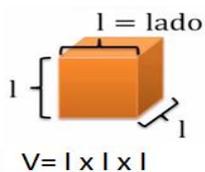
UNIDADES DE MASA		
UNIDAD	SÍMBOLO	EQUIVALENCIA
Kilogramo	Kg	1000g
Hectogramo	Hg	100g
Decagramo	Dg	10g
Gramo	g	1g
Decigramo	dg	0.1g
Centigramo	cg	0.01g
Milígramo	mg	0.001g

Masa: Se define como la cantidad de materia que tiene un cuerpo. En el *SI* la unidad patrón es el **Kilogramo (kg)**. *El instrumento de medición es la balanza.*



Volumen: Está definido como la cantidad de espacio ocupado por un cuerpo, el volumen es una cantidad derivada, es decir, se halla multiplicando tres dimensiones (longitudes): ancho, alto, y profundidad. En geometría corresponde a los ejes X, Y y Z. La unidad patrón en el *SI* es el **metro cúbico (m³)**.

VOLUMEN SÓLIDOS REGULARES



UNIDADES DE VOLUMEN.

Unidad.	Metro cúbico m ³	Centímetro cúbico cm ³	Mililitro ml	Decímetro cubico dm ³	Litro l	Galón.
m ³	1	1000000	1000000	1000	1000	254.18
cm ³	0,000001	1	1	0,001	0,001	0,00026
ml	0,000001	1	1	0,001	0,001	0,00026
dm ³	0,001	1000	1000	1	1	0,264
l	0,001	1000	1000	1	1	0,264
gl	0.003785	3785	3785	3,785	3,785	1

Densidad: Se define como la cantidad de masa que se encuentra en un volumen determinado de sustancia. Es una magnitud derivada que resulta de la relación de dos magnitudes fundamentales la masa y el volumen. Matemáticamente es el cociente entre la masa dividida por el volumen, la medida de densidad se expresa utilizando dos unidades con la cantidad. Por ejemplo la densidad del agua es de 1Kg/l.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa (g)}}{\text{Volumen (ml)}} \text{ o } \frac{\text{Masa (g)}}{\text{Volumen (cm}^3\text{)}}$$



BALANCEO DE ECUACIONES



¿Qué es una ecuación química? Es una expresión algebraica que nos presenta lo ocurrido en una reacción química, con sus características. En el primer miembro el (los) reactivo (s) y las cantidades expresadas en moles, en el segundo miembro de la ecuación se encuentra(n) el (los) producto(s) y sus cantidades en moles. Separándolos se encuentra una flecha hacia la derecha que muestra la dirección de la reacción, o dos flechas, una en cada sentido, mostrando que la ecuación es reversible o se encuentra en equilibrio.

Balancar una ecuación química es, lograr la igualdad de reactivo(s) que entran en la ecuación, con los producto(s) que se obtienen al final de la reacción. Para lograr esto, se deben tener en cuenta las cantidades de cada elemento, ion o molécula, en ambos lados de la ecuación estableciendo así la ley de la conservación de la masa. Para establecer el balanceo de la ecuación, se utilizan los coeficientes estequiométricos que son dígitos que se colocan delante de los

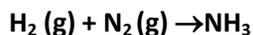
símbolos atómicos o las fórmulas moleculares, que indican el número de moles presentes, no debe confundirse con el subíndice que indica la cantidad del elemento inmediatamente anterior. Si se cambia el coeficiente, cambia el número de moles presentes, pero si se cambia el coeficiente, se altera la molécula.

- **ORDEN DE BALANCEO**

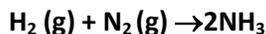
Los siguientes pasos contribuyen a facilitar el balanceo de ecuaciones por el método de tanteo.

- Se identifica cada uno de los reactivos y productos
- Se equilibran primero los metales, luego los no metales dejando para el final el hidrogeno y oxígeno.
- Si hay elementos gaseosos verificar que deben estar en formula biatómica o molecular.
- Se procede a balancear la ecuación

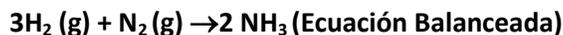
ECUACION No 1



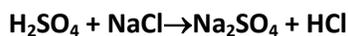
Se observa que hay 2 átomos de nitrógeno en los reactivos y 1 en los productos. Por lo cual se asigna el coeficiente **2** al nitrógeno de los **PRODUCTOS** Por lo cual quedan balanceados los nitrógenos.



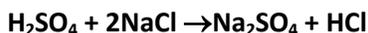
Ahora el hidrogeno en los **productos** presentan **6** átomos y en los **reactivos 2** por lo cual se asigna el coeficiente **3** en los reactivos con lo cual queda balanceada la ecuación.



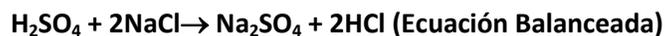
ECUACION 2



Se equilibran los metales: encontramos 1 átomo de sodio en los reactivos y 2 en los productos. Para equilibrar el sodio se asigna el coeficiente 2 al NaCl



Al equilibrar los no metales se debe equilibrar el cloro. Encontramos 2 cloros en el NaCl por lo cual se asigna el 2 como coeficiente en el HCl



Al observar el azufre en reactivos y productos hay solamente 1 átomo. El hidrogeno presenta 2 átomos en cada una de las partes de la ecuación. En el oxígeno nos damos cuenta que están balanceados debido a que hay 4 átomos en cada parte de la ecuación. Por lo tanto concluimos que la ecuación ya está balanceada.

DETERMINACION DE MASAS MOLECULAR

La masa de una molécula se calcula sumando las masas atómicas relativas de todos los átomos que forman dicha molécula. Se mide en unidades de masa atómica, o en unidades que indica el Sistema Internacional de Magnitudes (g) gramos. Se totaliza la cantidad de cada uno de los elementos que hacen parte del compuesto, se multiplica posteriormente por la masa atómica y las masa parciales se suman para determinar la masa molecular. Antes de empezar a determinar las masas hay que tener en cuenta que en los compuestos hay números que toca tener en cuenta:

SUBINDICE: Indica la cantidad de cada átomo en una molécula

COEFICIENTE: Indica la cantidad de moléculas presentes

H_2SO_4 Subíndices	Para el caso se observa que hay: 2 átomos de hidrogeno 1 átomo de azufre 4 átomos de oxigeno	Coeficiente $6 H_2SO_4$ 	El Coeficiente (6) multiplica cada uno de los subíndices así: 6 x 2 átomos de H: 12 átomos totales de hidrogeno 6 x 1 átomo de S: 6 átomos totales de azufre 6 x 4 átomos de O: 24 átomos totales de oxigeno
-----------------------------	---	--------------------------------	---

Masa molecular del Agua H_2O			
Cantidad de átomos		Masa Atómica	Subtotal masa parciales
Hidrogeno : 2 átomos	x	1 g =	2 g
Oxigeno : 1 átomo	x	16 g =	+ 16 g
			TOTAL 18 g

De esta manera podemos decir que una molécula de agua tiene una masa de 18g

Masa molecular de 3 moléculas de ácido fosfórico $3H_3PO_4$			
Cantidad de átomos		Masa Atómica	Subtotal masa parciales
Hidrogeno : 9átomos	x	1 g =	9 g
Fosforo : 3átomo	x	30 g =	+ 90 g
Oxigeno : 12átomos	x	16 g =	192 g
			TOTAL 291 g

De esta manera podemos decir que tres moléculas de ácido fosfórico tiene una masa de 291 g

LEY DE LA CONSERVACION DE LA MATERIA

La ley de la Conservación de la Materia, es también llamada ley de conservación de la masa. Postula que la cantidad de materia antes y después de una transformación es siempre la misma. Es decir: "La masa no se crea ni se destruye, simplemente se transforma". **En otras palabras:** La masa de los reactivos debe ser igual a la masa de los productos

Primero se deben balancear las ecuaciones y posteriormente se determina la masa de cada uno de los reactivos y las masas de cada uno de los productos. Al sumar las masas parciales de los reactivos debe ser igual a la suma de masas de los productos, al finalizar estas deben ser iguales



214g

214g

Como se puede observar las masas de reactivos y productos son iguales lo cual nos indica que se está cumpliendo la ley de la conservación de la materia y a su vez se confirma que la ecuación está bien balanceada.

RELACIONES ESTEQUIOMETRICAS

La estequiometria es el estudio de las reacciones cuantitativas entre los reactivos y los productos, a partir de ecuaciones debidamente balanceadas.

- **Cálculos mol-mol:** En este tipo de relación la sustancia de partida está expresada en moles, y la sustancia deseada se expresa en moles.

Para la siguiente ecuación balanceada:



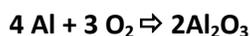
Calcule: ¿Cuántas moles de aluminio (Al) son necesarios para producir 5.27 moles de Óxido aluminico (Al_2O_3)?

PASO 1

Revisando la ecuación nos aseguramos de que realmente está bien balanceada. Podemos representar en la ecuación balanceada el dato y la incógnita del ejercicio.

PASO 2

Identificar la sustancia que solicita el ejercicio y la sustancia de partida.



X mol Al 5,27 mol

Sustancia solicitada

El texto del ejercicio indica que debemos calcular las **moles de aluminio**, por lo tanto esta es la sustancia deseada. Se pone la fórmula y la unidad solicitada, que en este caso son **moles**.

Sustancia deseada: Al mol

Sustancia de partida:

El dato proporcionado es 5.27 mol de **óxido de aluminio (Al_2O_3)** por lo tanto, esta es la sustancia de partida. Se anota la fórmula y las unidades correspondientes.

Sustancia de partida: 5.27 mol Al_2O_3

PASO 3

Aplicar el factor molar

Las moles de la sustancia deseada y la de partida los obtenemos de la ecuación balanceada.

4 mol 3 mol 2mol



X mol Al 5,27 mol

$$5,27 \text{ mol Al}_2\text{O}_3 \times \frac{4 \text{ mol Al}}{2 \text{ mol Al}_2\text{O}_3} = 10,54 \text{ mol Al}$$

Se cancelan las moles de Al_2O_3 y la operación da como resultado 10,54 mol de Al

- **Cálculos masa- masa:** En este tipo de relación se utilizan las masas de los reactivos y las masas de los productos

Ejemplos:

Para la siguiente ecuación balanceada:

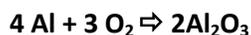


Calcule: ¿Cuántos gramos de Al_2O_3 se producen al hacer reaccionar 50g de Al?

PASO 1

Revisando la ecuación nos aseguramos de que realmente está bien balanceada. Se determinan las masas de cada una de las sustancias presentes en la ecuación. Se organizan los datos suministrados y la incógnita del ejercicio. En la parte superior de la ecuación se encuentran las masas de cada una de las sustancias que hacen parte de la ecuación

107,6g 96g 203,6g



50g X g

PASO 2

Identificar la sustancia que solicita el ejercicio y la sustancia de partida.

Sustancia solicitada

El texto del ejercicio indica que debemos calcular, en este caso los gramos de Al_2O_3 , por lo tanto esta es la sustancia deseada. Se pone la fórmula y la unidad solicitada, que en este caso son **gramos**.

Sustancia deseada: gramos Al_2O_3

Sustancia de partida:

El dato proporcionado es 50g **Al** por lo tanto, esta es la sustancia de partida. Se anota la fórmula y las unidades correspondientes.

Sustancia de partida: 50g Al

PASO 3

Aplicar el factor molar: Las moles de la sustancia deseada y la de partida los obtenemos de la ecuación balanceada.

107,6g 96g 203,6g



50g X? g

$$50g \text{ Al} \times \frac{203,6g \text{ Al}_2\text{O}_3}{107,6g \text{ Al}} = 94,6g \text{ Al}_2\text{O}_3$$

Se cancelan los gramos de Al y la operación da como resultado 94,6g Al₂O₃

Anexo 8. Encuesta aplicada a estudiantes después de la intervención didáctica

EVALUACIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO POR LOS ESTUDIANTES DE LOS GRUPOS DE INTERVENCIÓN.



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

En el estudio de la química para convertir unidades, determinar densidades, cuantificar la cantidad de átomos en una molécula o determinar el peso molecular de una sustancia, se hace necesario recurrir a operaciones matemáticas básicas como la suma, la multiplicación o la división. En la resolución de actividades que involucran estas operaciones, alrededor del 48% de los estudiantes muestran falencias procedimentales que afectan su rendimiento académico.

¿Como cree usted que la falta de habilidad en las operaciones matemáticas influye en la interpretación y desarrollo satisfactorio de situaciones químicas?

Analizando de los resultados de la conducta de entrada se determinó que aproximadamente el 65% de los estudiantes presentaba procedimientos incorrectos o no resolvía los ejercicios relacionados con balanceo de ecuaciones. Dentro de las razones por las cuales se presentan dichas dificultades están: la falta identificación de reactivos y productos; la influencia de los coeficientes y subíndices o la presencia de un paréntesis en la determinación de la cantidad total de átomos de cada elemento.

¿Cuál(es) de los factores anteriormente expuestos considera usted que le representa un grado mayor de dificultad en el desarrollo del balanceo de ecuaciones? Justifique su respuesta.

El uso cotidiano de emoticones en las redes sociales sirve como excusa para presentar de una manera lúdica el proceso de balanceo de ecuaciones, desvinculando temporalmente los símbolos y formulas del proceso químico propiamente dicho. Los emoticones empleados fueron seleccionados de acuerdo

con especies animales, de tal manera que formaran agrupaciones que simulan elementos o moléculas y además permitieran seguir las normas de balanceo al coincidir con las partes de una ecuación química.

¿Considera usted que el uso de emoticones contribuyó al desarrollo y la comprensión de procesos matemáticos aplicados a situaciones de balanceo de ecuaciones? Justifique su respuesta.

En el caso que su respuesta anterior fuese afirmativa explique brevemente cómo cambió su proceso de pensamiento y desarrollo de ejercicios a partir del empleo de emoticones como alternativa al uso común de símbolos y formulas.

De igual manera se determinó que en promedio el 80% de estudiantes presenta dificultades en el manejo de ecuaciones y su relación con los cálculos estequiométricos, de los cuales el 50% no intentaban resolver los ejercicios. Las falencias se presentan al no balancear adecuadamente la ecuación, a la determinación errada de las masas moleculares y a su vez, al establecer las relaciones molares o de masa entre reactivos y productos o viceversa.

¿Desde su experiencia cuales son las principales dificultades de orden matemático y químico que afectan el abordaje y desarrollo de un ejercicio de estequiometria?

Finalmente es importante identificar la incidencia de la anterior intervención en los estudiantes, en cuanto a sus procesos de pensamiento y desarrollo de competencias. Por tal razón le solicitamos que en un párrafo describa cuales cree que fueron los factores asociados a las clases que le ayudaron a resolver de mejor manera las situaciones planteadas.
