

**HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN ESTUDIANTES DE  
EDUCACIÓN MEDIA: UNA ESTRATEGIA TIPO ABP PARA LA ENSEÑANZA  
DE REACCIÓN QUÍMICA**

**MARCELA CATALINA JIMÉNEZ SALAMANCA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL.**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA.**

**MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA**

**2019**

**HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN ESTUDIANTES DE  
EDUCACIÓN MEDIA: UNA ESTRATEGIA TIPO ABP PARA LA ENSEÑANZA  
DE REACCIÓN QUÍMICA**

**MARCELA CATALINA JIMÉNEZ SALAMANCA**

**Tesis de Maestría para optar al Título de  
Magister en Docencia de la Química**

**Director**

**Royman Pérez Miranda MDQ**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA  
BOGOTÁ D.C**

## NOTAS DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

Firma del director

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Acuerdo 031 de Consejo Superior del 2017, artículo 42, párrafo 2:

**“para todos los efectos declaro que el presente trabajo es original y de mi total autoría; en aquellos casos en los cuales he requerido del trabajo de otros autores o investigadores, he dado los respectivos créditos”.**

## **AGRADECIMIENTOS**

*A ti Dios padre por permitirme culminar este proceso, por tus promesas cumplidas, por mis anhelos concedidos y por ser mi guía, sostén, consuelo y galardonador.*

*Al profesor Royman Pérez Miranda por su paciencia, sus orientaciones, su dedicación y por compartirme su conocimiento.*

*A los miembros del Grupo de Investigación en Representaciones y Conceptos Científicos “Grupo IREC”, de la universidad Pedagógica Nacional, quienes enhorabuena aportaron al desarrollo de esta investigación.*

## DEDICATORIA

*Este trabajo está dedicado a:*

*Mi esposo, por su compañía, ayuda y por hacerme fuerte propiciando que sobrepase mis límites en todo.*

*Mis bellos hijos Io, Ua, Eu, mis vocales, quienes con el grandioso hecho de existir le han dado motor a mi vida; han resistido los devenires del proceso investigativo y con su participación algunas veces activa otras pasiva se merecen todo el mérito por este logro, los amo infinitamente. De ustedes siempre, mamá.*

*En especial a ti mi Io Sara Uribe cuyas palabras de aliento me permito citar textualmente “Querida Madre, hermosa y bellísima; tu tesis es un complique. 😊”*

*Mis padres que han creído en mi aun en los duros momentos y me enseñaron siempre el valor de la educación para ser cada día mejor persona.*

*A mi madre quien me acogió en su seno, me guio, aguanto, acompaño, aconsejo y estuvo a mi lado en esta dura lucha de crecer, madre mía, gracias infinitas.*

*A mi suegra por “los mil almuerzos preparados” y los cuidados para mis pequeños sin los cuales habría sido más ardua esta labor.*

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 1 de 8</b>	

<b>1. Información General</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Tesis de grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	Habilidades de pensamiento científico en estudiantes de educación media: una estrategia ABP para la enseñanza de reacción química
<b>Autor(es)</b>	Jiménez Salamanca, Marcela Catalina
<b>Director</b>	Pérez Miranda, Royman
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2019 105p
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO, APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS, REACCIONES QUÍMICAS

<b>2. Descripción</b>
<p>Tesis de grado con la que se propuso investigar el impacto de un trabajo didáctico apoyado en el aprendizaje basado en problemas, ABP, en el desarrollo de tres habilidades de pensamiento científico sobre reacciones químicas en la lectura que los estudiantes hacen de un humedal sobre estos fenómenos. Respecto al concepto de reacción química se acude a lo expuesto por Johnstone (1982), sobre la necesidad de trabajarlo en el aula en los tres niveles de representación química: el macroscópico, el submicroscópico, y el simbólico. Se recurre al aprendizaje basado en problemas por el vínculo que se crea entre el trabajo en el aula y la significatividad de los conocimientos previos de los estudiantes. Acerca del pensamiento científico, se acudió a <i>Estándares Básicos de competencias en Ciencias</i> del Ministerio de Educación Nacional (2006), como lineamientos sobre las habilidades de pensamiento científico que se pretende desarrollen los estudiantes en su tránsito por la educación media. La metodología aplicada en el presente trabajo es de tipo cualitativo interpretativo explicativo, en la cual se describen los hallazgos y se atribuyen razones a los mismos en términos de la formulación de un proyecto de investigación. Para la recolección de la información se diseñaron instrumentos, que fueron validados por especialistas y para su posterior análisis se establecieron doce criterios de análisis agrupados en cuatro categorías. El tratamiento de la información recolectada se realizó con el programa N-vivo-11 ( QSR International Pty, 2015). Los resultados se muestran en gráficas y nubes de palabras.</p>

### 3. Fuentes

- QSR International Pty. (26 de Junio de 2015). *NVivo 11 for Windows*. Obtenido de <http://www.qsrinternational.com/nvivo/>
- Adúriz, A., & Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 130-140.
- Amestoy de Sanchez, M. (2002). Investigación sobre el desarrollo y la enseñanza de las habilidades de pensamiento. *Revista electrónica de investigación educativa*, 01-32.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1967). *Psicología Educativa. un punto de vista cognoscitivo*. Mexico: Trillas.
- Aydon, C. (2008). *Historias curiosas de la ciencia*. Barcelona: MC producción editorial.
- Azcona, R., Furió, C., & Guisasaola, J. (2002). Algunas reflexiones sobre la magnitud "cantidad de sustancia" y su unidad el mol. Implicaciones para su enseñanza. *Anales de la real sociedad Española de química*, p.30.
- Baron, I., & Muller, O. (20014). La Teoría Lingüística de Noam Chomsky: del Inicio a la Actualidad. *Lenguaje*, 22-26.
- Bertomeu, J., & Garcia, A. (2006). *La revolución química. Entre la historia y la memoria*. Valencia: Universitat de Valencia.
- Blanco, A., & Teresa, P. (1996). Algunas cuestiones sobre la comprensión de la química desde las perspectivas de las "ideas de los alumnos". *Investigación en la escuela*, 68-78.
- Brock, W. (1992). *Historia de la química*. Madrid: Alianza Editorial S.A.
- Buitrago, Y. (2012). *Llas habilidades de pensamiento, el aprendizaje significativo, las soluciones químicas, y la solución de problemas interactuando en un proceso de investigación de aula*. Arauca: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.
- Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelación. *Alambique*(69), 21-34.
- Cañedo, C., & Cáceres, M. (2014). *Fundamentos teóricos para la implementación de la didáctica en el proceso de enseñanza aprendizaje*. Cienfuegos. Cuba: Universidad Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.
- Cárdenas Pérez, A. S.-B.-D. (2012). El saber pedagógico componentes para una reconceptualización. *Educ. Educ*, 479-496.
- Casado, G., & Raviolo, A. (2005). LAS DIFICULTADES DE LOS ALUMNOS AL RELACIONAR DISTINTOS NIVELES DE REPRESENTACIÓN DE UNA REACCIÓN QUÍMICA. *UNIVERSITAS SCIENTIARUM*, 10, 35-43.
- Chamizo, J. (2011). La imagen pública de la química. *Educación química*, 320-331.
- Chang, R. (2002). *Química séptima edición*. Mexico, D.F.: Mc Graw Hill.
- Chastrette, M., & Franco, M. (1991). La reacción química: descripciones e interpretaciones de los alumnos de liceo. *Enseñanza de las ciencias*, 243-247.
- Chevallard, Y. (1985). La transposición didáctica, del saber sabio al saber enseñado. *Investigación en didáctica de las matemáticas*, 126.
- Daza, S., Arrieta, J., & Muñoz, E. (2014). *¿Que sentido tiene la naturaleza de las ciencias en la formación ciudadana y valórica de un ser planetario?* Santiago de Chile: Bellaterra.
- Díaz, V. (2014). El concepto de ciencia como sistema, el positivismo, neopositivismo y las "investigaciones cuantitativas y cualitativas". *Salud Uninorte*, 227-244.
- Española, R. A. (Diciembre de 2017). *dle.rae.es*. Obtenido de <http://dle.rae.es>
- Faria, E. D. (2006). Transposición didáctica: Definición, epistemología, objeto de estudio. *Cuadernos de investigación y Formación en educación Matemática*.

- Florencia, M., Furman, M., & Bettina., B. (2015). Las habilidades científicas en la escuela primaria: un estudio del nivel de desempeño en niños de 4to año. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 1-10.
- Flores, F., & Gallegos, P. (1999). Construcción de conceptos físicos en estudiantes. La influencia del contexto. *Perfiles educativos*.
- Furió, C., & Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química*, 300-308.
- Furió, C., & Padilla, K. (2003). La evolución histórica de los conceptos científicos como prerrequisito para comprender su significado actual : el caso de la cantidad de sustancia y el mol. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 55-74.
- Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Investigación y experiencias didácticas*, 4, 30-34.
- Galagovsky, L. R., Rodríguez, M. A., & Stamati, N. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de las ciencias naturales : un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las ciencias*, 107-121.
- Galagovsky, L., & Bekerman, D. (2009). La Química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 952-974.
- Gallego, A., & Gallego, R. (2007). Historia, epistemología y didáctica de las ciencias: unas relaciones necesarias. *Ciencia & Educacao*, 85-98.
- Gallego, R., Pérez, R., & Gallego, A. (2009). Una aproximación histórico epistemológica a las leyes fundamentales de la química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 259-375.
- Gallego, R., Pérez, R., Gallego, A., & Pascuas, J. (2004). Didáctica Constructivista: Aportes y perspectivas. *Educere, Tránsito*, 257-264.
- García, A. F., Alfaro, E. A., Hernández, M. A., & Molina, A. M. (2006). Diseño de cuestionarios para la recogida de información: metodología y limitaciones. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, 232-236.
- Gil Pérez, D. C. (1999). El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. *Educación y pedagogía*, 15-65.
- Gómez, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP). *Educación y Educadores*, 9-19.
- GÓMEZ, M. (2005). LA TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA: HISTORIA DE UN CONCEPTO. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*.
- González, C., Martínez, M. T., Martínez, C., Cuevas, K., & Muñoz, L. (2009). LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA COMO APOYO A LA MOVILIDAD SOCIAL: DESAFÍOS EN TORNO AL ROL DEL PROFESOR SECUNDARIO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INDAGACIÓN CIENTÍFICA COMO ENFOQUE PEDAGÓGICO. *Estudios Pedagógicos XXXV*, 63-78.
- González, L., & Crujeiras, B. (2016). Aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*(34), 143-160.
- Guitart, F., Caamaño, A., & Corominas, J. (2012). «Química en contexto»: una propuesta curricular para la química del bachillerato en Cataluña. *III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las ciencias. "Ciencia Tecnología y Sociedad en el futuro de la enseñanza de las ciencias"* (págs. 1-4). España: OEI. Organización de Estados Iberoamericanos para la formación de la ciencia y la cultura. Obtenido de [http://www.oei.es/historico/seminarioctsm/PDF\\_automatico/F64textocompleto.pdf](http://www.oei.es/historico/seminarioctsm/PDF_automatico/F64textocompleto.pdf)
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de las investigaciones sexta edición*. México D.F: Mc Graw Hill Education.
- Humedales, B. (28 de Mayo de 2018). *Fundación humedales e Bogotá*. Obtenido de <http://humedalesbogota.com/humedales-bogota/>

- Instituto colombiano para el fomento de la educación superior. (1999). *Aprender a investigar. Recolección de la información*. Bogotá: AFRO EDITORES LTDA.
- Jaramillo, L. (2003). ¿Qué es Epistemología? Mi mirar epistemológico y el progreso de la ciencia. *Cinta moebio*, 174. Obtenido de [www.moebio.uchile.cl/18/jaramillo.htm](http://www.moebio.uchile.cl/18/jaramillo.htm)
- Jensen, W. B. (Agosto de 1998). Logic History, and the Chemistry Textbook. *Chemical Education Today*, 75(8), 961-969.
- Jensen, W. B. (1998). One Chemical Revolution or Three? *Chemical Education Today*, 961-969.
- Johnstone, A. (1982). Macro and micro Chemistry. *School Science Review*, 64(227), 377-379.
- Kuhn, T. (1972). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de cultura económica.
- Labarca, M., Zambon, A., & Quintanilla, M. (2014). Aspectos historico filosóficos del concepto de "elemento". Aportes para la formación inicial y continua de profesores. *Historia y Filosofía de las ciencias: aportes para una nueva aula de ciencias*, 233-247.
- Lafrancesco Villegas, G. M. (2005). Diadctica de la biología: aportes a su desarrollo. *Magisterio*.
- Lakatos, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza universidad.
- Lara, C. A. (2012). Desarrollo de habilidades de pensamiento y creatividad como potenciadores de aprendizaje. *Unimar*, 85-96.
- Lemke, J. (1990). *Talking Science: Language, Learning, and Values*. The Ohio State University: Judith Green, Series Editor.
- Lopez, P. (2011). Empleo de metodologías activas de enseñanza para el aprendizaje de la química . *Revista de educación Universitaria*, 13-22.
- Mammino, L. (2001). Algunas reflexiones sobre la imagen de la química. *Anales de la Real sociedad Española de química*, 39-52.
- Manzo, S. (2016). Empirismo y filosofía experimental. Las limitaciones del relato estándar de la filosofía moderna a la luz de la historiografía Francesa del siglo XIX. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 11.
- Marques, C., & Roca, M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Educacion y pedagogía*, 61-71.
- Martínez, A., & Ríos, F. (2006). Los conceptos de conocimiento, epistemología y paradigma, como base diferencial en la orientación metodológica del trabajo de grado. *Cinta moebio*, 111- 121.
- Mckernan, J. (1999). *Investigación-Acción y curriculum*. España: Morata.
- Méndez, C. (2013). ¿Cómo afrontan los alumnos en secundaria las reacciones químicas? *Aula de Encuentro*, 15, 129-137.
- Meneses, J., Lacolla, L., & Valeiras, N. (2014). Reacciones químicas y representaciones sociales de los estudiantes. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: REVISTA DE INVESTIGACIÓN Y EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS*, 32(3), 89-109.
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Formar en ciencias: ¡el desafío!* Bogotá: Espantapájaros Taller.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de competencias en Ciencias*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Derechos básicos de aprendizaje. Ciencias Naturales*. Bogotá, Colombia: Panamericana.
- Montiel Susana, C. M. (2011). *Competencia para el desarrollo del pensamiento científico en el contexto de las ciencias naturales*. Cervantes Virtual.
- Morales, P., & Landa, V. (2004). Aprendizaje Basado en Problemas Problem-Based Learning. *Theoria*, 145-157.
- Moscoso, O., & Castillo, J. (1999). Acerca de las competencias. *Universidad Autónoma de Manizales*, 1-6.

- Nacional., M. d. (8 de febrero de 1994). <http://www.mineduacion.gov.co>. Obtenido de [http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-85906\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf)
- Niaz, M. (1994). Más allá del positivismo: una interpretación Lakatosiana de la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 97-100.
- Oliva, M., Aragon, M., & Navarrete, A. (2013). Competencia de Modelización en torno al cambio Químico. *Congreso internacional en investigación sobre didáctica de las ciencias*, (págs. 2558-2563). Girona.
- Ortiz, R. G., & Cervantes, C. M. (2015). La Formación Científica en Los Primeros Años de Escolaridad. *Panorama*, 10-23.
- Parolo, M., & Barbieri, L. y. (2004). La Metacognición y el mejoramiento de la Enseñanza de Química Universitaria. *Enseñanza de las ciencias.*, 79-92. .
- Pérez, D., Pablo, V., & Salinas, J. (1999). Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, problemas de lápiz y papel y actividades de laboratorio . *Enseñanza de las ciencias*, 311-320.
- Popper, K. (1962). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos.
- Pozo, E., Alonso, J., Gadea, W., Fenker, N., & Ledesma, M. (2016). *Epistemología, acceso abierto e impacto de la investigación científica*. España: Universidad Católica de Cuenca.
- Pozo, J., & Gomez, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata.
- Pozo, J., Gómez, C., & Limón, M. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las ciencias*, 83-94.
- Pulgarin, R. (2012). La didáctica y la relación entre el conocimiento científico. *Uni/pluri-versidad*, 2-3.
- Quecedo, R., & Castaño, C. (2002). Introducción a la metodología de la investigación cualitativa. *Revista de Psicodidáctica*, 5-39.
- Ramsar, S. d. (2013). *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales*. Gland (Suiza): Secretaria de la convención de Ramsar.
- Raviolo, A. G. (2000). Integración Conceptual en Química General Educación Química. *Educación Química.* , pp. 178-181. .
- Raviolo, A., Garritz, A., & Sosa, P. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 240-254.
- Restrepo, G. B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*, 9-19.
- Reyes, C. F., & Garritz, A. (2006). Conocimiento pedagógico del concepto de "reacción química" en profesores universitarios Mexicanos. *Revista Mexicana de investigación Educativa*, 175-1205.
- Rios, J. (2011). *Químicos y química*. Mexico: Fondo de cultura económica.
- Rojo, M. (1998). Epistemología constructivismo y didáctica. *Revista Cubana de Psicología*, 117-123.
- Sabariego, J., & Manzanares, M. (2006). Alfabetización científica. *Congreso Iberoamericano de Ciencia Tecnología e Innovación*.
- Solaz, J., Gomez, A., & Sanjosé, V. (2011). Aprendizaje basado en problemas en la educación superior. *Didáctica de las Ciencias experimentales y sociales*, 177-186.
- Solsona, N., & Mercé, I. (1999). El aprendizaje del concepto de cambio químico en el alumnado de secundaria. *Investigación en la escuela*, 65-75.
- Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa S.A.
- Téllez, A. (2016). Estrategias metodológicas para el aprendizaje significativo de la Química: estudio realizado en FAREM-Estelí, UNAN-Managua. *Revista científica de Farem-Estelí(20)*, 20-34.

- Toledo, U. (1999). Ciencia y Pseudociencia en Lakatos: La falsación del falsacionismo y la problemática de la demarcación. *Cinta moebio*, 51-60.
- Torrado, M. C. (2002). *Educación para el desarrollo de las competencias: una propuesta para reflexionar*. En Bedoya Daniel y otros. *Competencias y proyecto pedagógico*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Torres, L., Perez, M., & Gallego, R. (1995). La química como ciencia: una perspectiva constructivista. *Química actualidad y futuro*, 55-63.
- Vargas, J. (2014). *La Metodología de los Programas de Investigación Científica: Imre Lakatos. Apuntes para un seminario*. México: Asociación Oaxaqueña de Psicología A.C.
- Vasilachis, I. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Gedisa.
- Villalobos, V., Ávila, J., & Olivares, S. (2016). Aprendizaje basado en problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 557-581.
- Zorrilla, F. L. (2017). La introducción de la nanotecnología en el aula y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

#### 4. Contenidos

El lector encontrará en este documento, la presentación, una justificación, los objetivos; el marco conceptual compuesto por los antecedentes, la fundamentación epistemológica, didáctica y pedagógica. El marco metodológico donde se presenta la descripción y formulación del problema, la metodología, los instrumentos con los que se recoge la información para identificar y caracterizar el desarrollo de tres habilidades de pensamiento científico en estudiantes de educación media. Finaliza con los resultados de la investigación, presentados en términos de gráficas y nubes de palabras, los análisis respectivos y las conclusiones.

#### 5. Metodología

La metodología aplicada en el presente trabajo es de tipo cualitativo interpretativo explicativo, en la cual se describen los hallazgos y se atribuyen razones a los mismos, apoyados en el marco teórico. Los instrumentos que forman parte fundamental de la estrategia y de la investigación adelantada, los constituyeron cuestionarios, aplicados en cada etapa, inicial, intervención y final, también se aplicaron entrevistas a los estudiantes para completar y precisar significados por ellos atribuidos a algunas expresiones y términos en busca de mayor y más completa información sobre el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, especialmente referidas a las tres categorías indagadas. Así mismo la prueba final frente a un ámbito propio de su cotidianidad, en este caso frente a un humedal, para contrastar el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico en consideración y la lectura que frente a ese escenario hacían los estudiantes en términos de reacción química.

#### 6. Conclusiones

Desde el punto de vista cognitivo en cuanto al desarrollo de las habilidades de pensamiento científico los estudiantes no superaron el nivel reproductivo de acuerdo a lo manifestado en su lenguaje, se estima una aproximación a los conceptos de la reacción química, debido a que se les dificultó establecer relaciones entre los elementos conceptuales incorporados mediante la estrategia de aula y el reconocimiento de estos mismos en un entorno cotidiano.

En la habilidad exploración de fenómenos, a los estudiantes se les dificultó reconocer y describir las reacciones químicas que observaron en la experiencia de aula, en su proyecto de investigación y en el entorno cotidiano. En cuanto al lenguaje hubo dificultades para expresar explicaciones de

manera escrita, se evidenció una incorporación parcial del lenguaje químico y descripción de atributos de las reacciones en términos de lo observable, expresado en lenguaje cotidiano, con interpretaciones elaboradas desde su conocimiento, como lo sugiere Meneses, Lacolla, & Valeiras (2014), los estudiantes recurren a su conocimiento para resolver situaciones científicas del ámbito escolar, proporcionando características generales sobre las reacciones químicas, sin abordar las interacciones a nivel corpuscular o representadas, por ello se concluye que esta habilidad se mantuvo en un desarrollo de tipo reproductivo.

Para la habilidad analizar fenómenos, los estudiantes refieren la ocurrencia de reacciones químicas, sin mayor conexión entre esas reacciones que identificaron (en el ejercicio del aula, en su proyecto de investigación y finalmente en un humedal), con los reactivos implicados y productos de cada una, se limitan a explicar el proceso como un todo en el que la verbalización mantiene incoherencias en las explicaciones como por ejemplo la idea que para que ocurra una reacción química es necesario mezclar o poner en contacto dos sustancias, sin reconocer o relacionar el tipo de sustancias y que una mezcla químicamente es diferente de una combinación. La terminología predominante en referencia a las reacciones es de tipo macroscópico, hay carencia de procesos inferenciales en la construcción de argumentaciones, por lo que se considera que el grupo no superó el nivel de pensamiento reproductivo en esta habilidad.

En la habilidad recolección de información referente al fenómeno, los estudiantes se mantuvieron en un desarrollo cognitivo de tipo reproductivo puesto que durante todo el proceso ante las situaciones que se les plantean recurren a las representaciones que ya conocen, mezclan en su lenguaje algunos términos y fórmulas tomadas de las fuentes de consulta, dando como resultado la aceptación y argumentación sobre las reacciones químicas en términos de procesos que ocurren porque así debe ser, más su significado en términos químicos se infiere estar lejos de ser incorporado, siguen basándose en lo perceptivo, en lo cotidiano y en el significado que el contexto le otorga.

En cuanto a la estrategia ABP, los estudiantes se mostraron receptivos, manifestaron que se sentían a gusto trabajando y discutiendo en grupos pequeños, debido a que éste se convirtió en protagonista de su aprendizaje al contribuir en el desarrollo de actitudes, capacidades y aprendizajes, en cuanto a la autonomía, la responsabilidad y el sentido crítico, se presenta más escaso compromiso de su parte para que sus “productos académicos” les aporten mayores elementos que soporten sus argumentaciones.

En general el ABP facilita el trabajo con grupos grandes pues al subdividirlos los estudiantes tienen la oportunidad de compartir experiencias y puntos de vista en la construcción de conocimientos en conjunto. La retroalimentación procede en dos sentidos, estudiante-profesor y profesor-estudiante, por lo que se considera que la estrategia didáctica diseñada fue propicia para la creación de escenarios en el desarrollo de habilidades de exploración, análisis y recolección de información propias del pensamiento científico sobre reacciones químicas para los estudiantes con los que se realizó esta investigación.

En cuanto a los niveles de representación trabajados para el desarrollo de las tres habilidades de pensamiento científico de los estudiantes e incorporado en la estrategia didáctica, se encontró que demanda mayores retos de estructuración por sus concepciones de partida sobre conceptos químicos y especialmente sobre reacciones químicas, de procesos en la comprensión de conceptos como átomos, molécula, compuestos, sustancias, para que con estos constructos fundamentados constituyan principios centrales en el abordaje de la comprensión de las reacciones químicas. El grupo de estudiantes con el que se realizó la investigación demostró tener

nociones de estos conceptos y después del trabajo realizado se mantuvo en un desarrollo de habilidades de pensamiento científico de tipo reproductivo. Se infiere que un trabajo previo más detallado de real comprensión de significados de estos conceptos ofrecería mayores probabilidades de desarrollo de estas tres habilidades de pensamiento científico en estudiantes de educación media.

Los instrumentos diseñados y aplicados durante el proceso investigativo, así como la creación de los nodos para el análisis realizado mediante el programa N-vivo ( QSR International Pty, 2015), se consideran apropiados y convenientes para indagar sobre el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico objeto de la investigación.

<b>Elaborado por:</b>	Marcela Catalina Jiménez Salamanca
<b>Revisado por:</b>	Royman Pérez Miranda

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	19	09	2019
--	----	----	------

## TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN .....	19
1. JUSTIFICACIÓN.....	22
2. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	25
3. OBJETIVOS .....	27
3.1 General.....	27
3.2 Específicos: .....	27
4. MARCO CONCEPTUAL .....	28
4.1 ANTECEDENTES .....	28
4.2 FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS.....	32
• El racionalismo .....	33
• El empirismo:.....	33
• El criticismo: .....	34
• La Fenomenología: .....	34
• La hermenéutica.....	35
• El constructivismo: .....	35
4.3 SOBRE LA QUÍMICA .....	37
4.3.1 Acerca de las reacciones químicas .....	39
4.3.2 Enseñanza de la química .....	42
4.3.3 Reconstrucción histórica del concepto reacción química.....	46
4.4 DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS .....	51
4.5 APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP).....	53
4.6 HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTIFICO.....	56
4.7 EL HUMEDAL .....	60
5. MARCO METODOLÓGICO.....	63
5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN .....	63
5.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	64
5.2.1 Instrumentos .....	65
5.2.2 Cuestionarios.....	65
5.2.3 Estrategia de intervención .....	66
5.2.4 Entrevista.....	67
6. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	67
6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CATEGORÍAS Y CRITERIOS DE ANÁLISIS .....	68
6.2 HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO.....	69
6.2.1 Exploración de fenómenos.....	69

6.2.2	Analizar fenómenos.....	71
6.2.3	Recolección de información referente al fenómeno .....	72
6.3	Niveles de representación en química.....	74
7.	RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	76
7.1	CODIFICACIÓN DE NODOS.....	76
7.2	Nodo Exploración de fenómenos .....	78
7.2.1	Nodo: proceso reconoce fenómenos-inicial .....	79
7.2.2	Nodo: proceso reconoce fenómenos-final.....	80
7.2.3	Nodo proceso diferencia el fenómeno-inicial .....	81
7.2.4	Nodo proceso diferencia fenómenos-final.....	82
7.2.5	Nodo proceso describe el fenómeno-inicial .....	83
7.2.6	Nodo proceso describe el fenómeno-final.....	85
7.3	Nodo analizar fenómenos .....	86
7.3.1	Nodo proceso plantea preguntas-inicial .....	87
7.3.2	Nodo proceso plantea preguntas-intervención .....	88
7.3.3	Nodo proceso propone procedimientos-inicial .....	90
7.3.4	Nodo proceso propone procedimientos-intervención .....	91
7.3.5	Nodo proceso determina características del fenómeno-inicial .....	93
7.3.6	Nodo proceso determina características del fenómeno-final .....	94
7.4	Nodo recolección de información referente al fenómeno .....	96
7.4.1	Nodo proceso clasifica información relevante respecto del fenómeno-intervención 98	
7.4.2	Nodo proceso clasifica información relevante respecto del fenómeno-final.....	99
7.4.3	Nodo proceso ejemplifica fenómenos- intervención.....	100
7.4.4	Nodo proceso ejemplifica fenómenos-final .....	101
7.4.5	Nube de palabras proceso argumenta acerca del fenómeno-intervención .....	102
7.4.6	Nube de palabras proceso argumenta acerca del fenómeno-final.....	103
7.5	NODO NIVELES DE REPRESENTACIÓN .....	104
7.5.1	Nodo nivel de representación macroscópico-inicial .....	105
7.5.2	Nodo nivel de representación submicroscópico-inicial-intervención-final .....	106
7.5.3	Nodo nivel de representación simbólico-inicial-intervención-final .....	107
8.	CONCLUSIONES .....	108
9.	BIBLIOGRAFIA.....	112

## Anexos

ANEXO. 1 Cuestionario de indagación de ideas previas (cuestionario 1).....	117
ANEXO 2 cuestionario sobre la reacción entre el bicarbonato y el vinagre (cuestionario 2).....	118
ANEXO 3 estrategia de intervención .....	119
ANEXO 4 cuestionario síntesis proyecto de investigación .....	120
ANEXO 5 guion entrevista.....	121
ANEXO 6 Cuestionario Final .....	122

## Índice de tablas

Tabla1. Habilidades, acciones y procesos.....	60
Tabla 2 instrumentos que dan cuenta de los procesos para la habilidad Exploración de fenómenos.....	70
Tabla 3 instrumentos que dan cuenta de los procesos para la habilidad Analizar fenómenos.....	72
Tabla 4 instrumentos que dan cuenta de los procesos para la habilidad Recolección de información referente al fenómeno.....	73
Tabla 5 instrumentos que dan cuenta de los niveles de representación.....	75
Tabla 6 nodos de análisis de la información.....	76

## Índice de imágenes

Imagen 1: Nube de palabras nodo Exploración de fenómenos.....	78
Imagen 2: Nube de palabras proceso reconoce fenómenos-inicial.....	79
Imagen 3: Nube de palabras proceso reconoce fenómenos-final.....	80
Imagen 4: Nube de palabras proceso diferencia el fenómeno-inicial.....	81
Imagen 5: Nube de palabras proceso diferencia el fenómeno-final.....	82
Imagen 6 Nube de palabras proceso describe el fenómeno-inicial.....	84
Imagen 7. Nube de palabras proceso describe el fenómeno-final.....	85
Imagen 8: Nube de palabras analizar fenómenos.....	86
Imagen 9: Nube de palabras proceso plantea preguntas-inicial.....	87
Imagen 10: Nube de palabras proceso plantea preguntas-intervención.....	88
Imagen 11: Nube de palabras proceso propone procedimientos-inicial.....	90
Imagen 12: Nube de palabras proceso propone procedimientos-intervención.....	91
Imagen 13: Nube de palabras proceso determina características del fenómeno-inicial.....	93
Imagen 14: Nube de palabras proceso determina características del fenómeno-final.....	94
Imagen 15: Nube de palabras nodo recolección de información referente al fenómeno.....	97
Imagen 16: Nube de palabras proceso clasifica información relevante respecto del fenómeno-intervención.....	98
Imagen 17: Nube de palabras proceso clasifica información relevante respecto del fenómeno-final.....	99
Imagen 18: Nube de palabras proceso ejemplifica fenómenos-intervención.....	100
Imagen 19: Nube de palabras proceso ejemplifica fenómenos-final.....	101
Imagen 20: Nube de palabras proceso argumenta acerca del fenómeno-intervención.....	102
Imagen 21: Nube de palabras proceso argumenta acerca del fenómeno-final.....	103

Imagen 22: Nube de palabras nodo niveles de representación.....	104
Imágenes 23,24,25: Nube de palabras nodo nivel de representación macroscópico-inicial-intervención y final.....	105
Imágenes 26,27,28: Nube de palabras nodo nivel de representación submicroscópico-inicial-intervención y final.....	106
Imágenes 29,30,31: Nube de palabras nodo nivel de representación simbólico-inicial-intervención y final.....	107

**Índice de gráficas**

Grafica 1. resumen de las fases de la investigación.....	65
--	----

## PRESENTACIÓN

Este documento recoge los resultados de una investigación sobre el impacto de un trabajo didáctico apoyado en el aprendizaje basado en problemas, ABP, en el desarrollo de habilidades científicas sobre reacciones químicas y la lectura que los estudiantes hacen en un humedal de estos fenómenos. Los resultados obtenidos permitieron elaborar una respuesta válida a la pregunta: *¿Qué habilidades de pensamiento científico desarrollan estudiantes de grado décimo, mediante un trabajo en el aula orientado por una estrategia didáctica enmarcada en el modelo ABP sobre el concepto de reacción química?* Para la investigación se formuló como objetivo general: Identificar y caracterizar las habilidades de pensamiento científico que desarrollan estudiantes de grado décimo, mediante una estrategia didáctica sobre reacción química, centrada en el modelo ABP.

Los fundamentos centrales de la investigación fueron:

- Respecto al concepto de reacción química lo expuesto por Johnstone (1982), sobre la necesidad del trabajo en el aula enfatizando el uso de los tres niveles de representación en química: el macroscópico como las representaciones descriptivas y funcionales que se hace de este fenómeno; el submicroscópico, mediante la representación de modelos de esquemas de partículas, átomos, iones, utilizadas para ilustrar didácticamente los cambios ocurridos; y, el simbólico, a través de ecuaciones y fórmulas químicas con las que se aproximan a la explicación de los fenómenos químicos.
- Para el abordaje de la estrategia metodológica en el aula de clase se recurre al ABP, que al ser una metodología activa de enseñanza, propicia en los estudiantes la movilización de

conocimientos para la resolución de problemas de su vida cotidiana, así cuando el docente guía el proceso de búsqueda de respuestas a situaciones que despiertan la curiosidad de los estudiantes, se crea un vínculo entre el trabajo en el aula con la significatividad de los conocimientos previos ante las situaciones planteadas y los interrogantes formulados sobre las mismas; adicionalmente en el trabajo en grupos el proceso de enseñanza y aprendizaje es más efectivo y motivante, las respuestas a las que llegan, habitualmente no coinciden con la solución propuesta por expertos, permitiendo que sean críticos respecto a la construcción de su conocimiento, de esta manera visibilizan lo que necesitan para llegar a soluciones y los procedimientos apropiados (Solaz, Gomez, & Sanjosé, 2011). Se utiliza esta metodología por su valor didáctico en la que se insta al cambio del rol del estudiante de receptor pasivo a ser activo, responsable y autónomo, a la vez que el profesor pasa de transmisor de conocimientos, a guía del proceso en el que aporta la orientación apropiada, para la formación en química (Villalobos, Ávila, & Olivares, 2016).

- Acerca del pensamiento científico, se acudió a los *Estándares Básicos de competencias en Ciencias* del Ministerio de Educación Nacional (2006), de los que se seleccionaron tres habilidades de pensamiento científico para establecer si la estrategia diseñada propicia su desarrollo en términos de impacto. Estas habilidades son: explorar fenómenos; analizar fenómenos y recolectar información referente a los fenómenos. Se operacionalizó la lectura que se da a cada una de estas habilidades a través de la matriz de análisis expuesta en la metodología.

La metodología, derivada de esos principios, fue diseñada en términos de la formulación de un proyecto de investigación propuesto para desarrollarlo en grupos de estudiantes desde

los inicios del curso y a lo largo de un año lectivo, en éste se aborda de manera teórica lo correspondiente a reacciones químicas, para más adelante contrastarlo en un ambiente cotidiano de los estudiantes, de esta manera se aborda el problema central de la investigación.

Los instrumentos que forman parte fundamental de la estrategia y de la investigación adelantada, lo constituyeron cuestionarios; a saber: inicial, final y los aplicados durante el desarrollo de la estrategia como control del proceso. Entrevistas con los estudiantes para completar y precisar significados por ellos atribuidos a algunas expresiones y términos en busca de mayor y más completa información sobre el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, especialmente referidas a las tres categorías indagadas. Así mismo la prueba final frente a un ámbito propio de su cotidianidad, en este caso en un humedal, para contrastar el grado de desarrollo de las habilidades de pensamiento científico en consideración, manifiestas en la lectura que hacían los estudiantes a un humedal en términos de reacción química. Para el tratamiento de la información recolectada se diseñó una matriz de análisis apoyado con el programa N-vivo-11 ( QSR International Pty, 2015). Los resultados se muestran en gráficas, nubes de palabras e interpretación de sus significados en términos de desarrollo de pensamiento científico, en especial desde las tres habilidades que centraron esta investigación. Se destacan las conclusiones anotadas al final de este informe alrededor de las respuestas que demandaban tanto el problema como los objetivos de la misma, también se incluyen las correspondientes a la metodología de investigación desarrollada, así como sobre la estrategia diseñada, igualmente se reporta la bibliografía que fundamentó todo este proceso.

## 1. JUSTIFICACIÓN

La enseñanza y el aprendizaje de la química permite formar individuos íntegros con elementos de base para actuar responsablemente frente a las problemáticas de su entorno, en tanto que fomenta el desarrollo de habilidades como la exploración, el análisis, la recolección de información, el razonamiento, la comparación, la categorización, la resolución de problemas, por mencionar algunos, este conocimiento lo conduce a tomar decisiones adecuadas ante las situaciones cotidianas manifiestas en su entorno, para propiciar este tipo de desarrollo cognitivo en los individuos es importante prestar atención a las estrategias empleadas durante el proceso educativo.

Dentro de las estrategias de enseñanza científica, el aprendizaje basado en problemas constituye un elemento fundamental en la enseñanza de la química, debido a que este modelo basado en metodologías activas de enseñanza, y cuyo objetivo principal es promover, adquirir y/o consolidar habilidades necesarias para la formación integral de los estudiantes, permite cambiar la forma de enseñanza establecida tradicionalmente, incitando al debate y la participación de los alumnos a partir de casos o ejemplos químicos reales tomados de la vida cotidiana y promoviendo la discusión en grupos pequeños, de modo que éste sea el eje central alrededor del cual gire el proceso de enseñanza-aprendizaje (Lopez, 2011).

Cuando se emplean este tipo de metodologías se realizan transformaciones en la manera en que los actores del proceso enseñanza y aprendizaje se relacionan con los otros y con su entorno, estas transformaciones han de trascender al entorno del estudiante, para la presente investigación se acude al humedal Santa María del Lago, ubicado en la localidad 10 de la

ciudad de Bogotá, debido a que constituye el escenario más próximo a los estudiantes y permite contrastar la calidad de formación que se propone propiciar entre los estudiantes de grado 10° de la institución educativa distrital Manuela Ayala de Gaitán, con la finalidad de estudiar los contenidos que según el currículo de formación para educación media ha sugerido el Ministerio de Educación Nacional, y el desarrollo de habilidades de pensamiento científico.

Dichos contenidos se relacionan con los fenómenos químicos leídos desde las teorizaciones sobre reacciones químicas, atendiendo a que los contenidos en química son extensos y al ser enseñados de manera tradicional sin tener en cuenta los conocimientos, motivaciones e intereses de los estudiantes, estos tienden a memorizar, dando como resultado aprendizaje a corto plazo que carece de aplicabilidad. Con el aprendizaje basado en problemas se abre la posibilidad de que los estudiantes trabajen de manera colaborativa, en grupos pequeños con el objetivo de resolver problemas analizando cada una de las variables que les sea posible identificar y que se sientan motivados a aprender al reconocer el proceso de una manera ordenada.

Tanto el diseño de la investigación, la metodología desarrollada, así como los resultados que se obtuvieron, constituyen una fuente de consulta para los interesados en la efectividad del trabajo que se realiza en el aula, como para fortalecer el desarrollo de la didáctica de la química en este campo de investigación en particular.

Las razones aducidas constituyeron argumentos para considerar que el problema de investigación formulado constituyó un problema didáctico al que ameritó, realizar los

esfuerzos investigativos necesarios para proponer las respuestas elaboradas con base en los resultados y consignadas como conclusiones.

## 2. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los conceptos estructurantes en la enseñanza de la química es reacción química que además de ser central en el currículo, es un punto de partida para comprender otros contenidos y explicar fenómenos cotidianos, su abordaje demanda por parte del estudiante conceptualización sobre enlace químico, cambios físicos y químicos, cantidad de sustancia, conservación de la materia y la naturaleza corpuscular de la misma, entre otros (Raviolo, Garritz, & Sosa, 2011). Lo anterior hace que para los estudiantes, la química sea una de las disciplinas más difíciles de aprender, además de conservar concepciones erróneas aún después haber tomado clases anteriormente de química; por lo tanto en este punto radica la importancia de conocer las ideas previas de los estudiantes sobre el tema que se va a trabajar y que el profesor realice una reflexión constante sobre las dificultades que se presentan en el proceso de enseñanza y aprendizaje (González & Crujeiras, 2016).

En relación a esa reflexión sobre el conflicto de los estudiantes con el lenguaje de la química, su relación con lo observable y su repercusión en el bajo desempeño académico, se le atribuye a falta de interés, sin reconocer la responsabilidad e importancia de los trabajos diseñados y desarrollados en la escuela y su potencial para ayudar a los estudiantes para superar las dificultades de aprendizaje (Blanco & Teresa, 1996). Por ello, las estrategias utilizadas para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje cobran especial importancia, al favorecer el desarrollo de una actitud científica que contribuya a comprender mejor el uso de la información científica y el desarrollo de habilidades como, por citar algunas, explorar fenómenos; analizar fenómenos; y recolectar información referente a los fenómenos. En la presente investigación se acude en particular a la estrategia metodológica del aprendizaje

basado en problemas que establece que el aprendizaje debe tener comprensión y aplicación práctica, y, que para posibilitarlo es necesario que el conocimiento se presente de una manera secuencial y organizada de tal manera que permita establecer relaciones claras entre los conceptos y el material utilizado.

En el marco de los anteriores planteamientos se formuló el siguiente problema de investigación:

*¿Qué habilidades de pensamiento científico desarrollan estudiantes de grado décimo, mediante un trabajo en el aula orientado por una estrategia didáctica enmarcada en el modelo ABP sobre el concepto de reacción química?*

### **3. OBJETIVOS**

Para el diseño de la investigación se formularon los siguientes objetivos:

#### **3.1 General**

- Identificar y caracterizar las habilidades de pensamiento científico que desarrollan estudiantes de grado décimo, mediante una estrategia didáctica sobre reacción química, centrada en el modelo ABP.

#### **3.2 Específicos:**

- Indagar sobre el desarrollo de tres habilidades de pensamiento científico: explorar fenómenos; analizar fenómenos; y recolectar información referente a esos fenómenos que tienen los estudiantes al inicio de la investigación.
- Relacionar las concepciones de los estudiantes acerca de reacciones químicas al iniciar el trabajo propuesto, con la pertinencia de la estrategia utilizada.
- Determinar el tipo de desarrollo de las tres habilidades de pensamiento científico que manifiestan los estudiantes en las lecturas que hacen de los fenómenos que ocurren en un humedal desde la perspectiva de las reacciones químicas al finalizar el trabajo didáctico diseñado.

## **4. MARCO CONCEPTUAL**

El marco conceptual se constituye en el eje central de este trabajo, se construyó a partir de diferentes fuentes bibliográficas, se detalla en los siguientes apartados:

### **4.1 ANTECEDENTES**

La revisión bibliográfica realizada sobre habilidades de pensamiento científico propone que estas emergen de la necesidad del mejoramiento de la comprensión y el desempeño intelectual de los estudiantes (Amestoy de Sanchez, 2002).

Florencia, Furman & Bettina (2015), realizaron un estudio en Argentina que buscaba diagnosticar el grado de desarrollo de las habilidades científicas de diseño de experimentos e interpretación de resultados en estudiantes de 4 grado, en una escuela pública de Mar del plata, encontraron bajo desempeño en las dos habilidades analizadas, además que los estudiantes buscaban dar una única respuesta a los problemas planteados, lo que demuestra que los estudiantes prefieren responder basados en sus creencias personales que arriesgarse a diseñar estrategias para buscar respuestas. Los resultados refuerzan la necesidad de planificar secuencias didácticas para promover el desarrollo de las habilidades científicas, ya que en la medida que se ejercite la facultad de los estudiantes para aplicar procedimientos cognitivos específicos relacionados con las formas en las que se construye conocimiento científico en el área de las ciencias naturales se promoverá el desarrollo de dichas habilidades científicas, abriendo el camino hacia estudios más específicos en otros niveles educativos.

Se resalta el hecho que se encontró nivel de desarrollo bajo en las dos habilidades estudiadas, que el diseño de experimentos se les dificulta más a los estudiantes que interpretar resultados, pero estos se ven permeados por sus creencias personales, estos hallazgos sustentan el interés por identificar y tipificar el de desarrollo cognitivo que promueve trabajar con las habilidades de pensamiento científico, exploración de fenómenos; análisis de fenómenos y recolección de información referente al fenómeno, con estudiantes de grado 10°, por lo que la autora expresa que estas habilidades se desarrollan a lo largo de la vida escolar, así que se espera que en estudiantes de este grado el trabajo sea aún más productivo.

Otros autores, entre ellos Lara (2012), Ortiz & Cervantes (2015) y Buitrago (2012), coinciden en la necesidad de trabajar las habilidades de pensamiento científico en las aulas de clase, aplicando estrategias que permitan desarrollar actitudes y motivaciones en los estudiantes y que, a su vez, permitan al docente detectar dificultades en el proceso de aprendizaje para ofrecer alternativas educativas. Así mismo hacen hincapié en la importancia de la preparación y compromiso de los docentes sobre el conocer nuevas metodologías y estrategias de enseñanza, que favorezcan el desarrollo de habilidades de pensamiento para posibilitar el desarrollo de personas flexibles, capaces de aprender y aplicar sus aprendizajes frente a nuevas situaciones; ya que un estudiante desarrollará más habilidades de pensamiento dependiendo del grado de flexibilidad y las herramientas de las que disponga para aplicar estrategias a nuevas situaciones, permitiendo que adquiera una nueva mirada de la ciencia en la escuela, para dejar de concebirla como un cúmulo de conocimientos o contenidos programáticos que se deben reproducir sin ningún tipo de reflexión y la asumiría como una constante búsqueda de respuestas a las preguntas que surgen en la propia realidad. Este es el camino en el que se desarrollan las habilidades no solo para conocer el mundo, sino

para transformarlo, a la par que se toma conciencia sobre la necesidad de los cambios de actitud hacia la estimulación de hábitos mentales críticos, creativos, donde el estudiante responde coherentemente a un sistema educativo innovador, creativo, acorde con las nuevas demandas de la sociedad, y en concordancia la formación de autonomía, autorregulación, criticidad y preparación para vivir en constante cambio, permite la preparación de individuos idóneos para la gestión, el liderazgo y el compromiso con la sociedad, con su proyecto de vida y profesional.

La conclusión en la que coinciden los autores es que los estudiantes muestran motivación por aprender a través de prácticas sencillas, convirtiendo el aula de clase y el laboratorio en los lugares apropiados para que el aprendizaje de los contenidos conceptuales, el desarrollo de actitudes, valores para la vida y el aprendizaje de contenidos procedimentales, es decir el “saber hacer” fomentando capacidades transferibles en otros contextos. Por ello las estrategias centradas en el desarrollo de habilidades de pensamiento Científico facilitan de manera apreciable el aprendizaje en aquellos estudiantes que se comprometen de manera responsable y que se corrobora con el desarrollo de autonomía, destrezas en el reconocimiento y solución de problemas; en la toma de decisiones, y en la relación que establece con su comunidad. Lara (2012); Ortiz & Cervantes (2015); Buitrago (2012).

De la revisión de estos documentos se resalta la importancia que se le da a la planificación consiente del trabajo docente con el propósito de transformar la experiencia que se tiene frente a la educación, tanto para los estudiantes como para los docentes, sobresale que la construcción de conocimiento constituye un complejo que debe asumirse de manera responsable y autónoma, debido que además de incidir en la formación del sujeto

académicamente también repercutirá en el ser persona, fomentando valores y actitudes acorde a la sociedad cambiante y a la necesidad de comprometerse con su desarrollo profesional. También se destaca la pertinencia de utilizar el ABP como metodología para propiciar el desarrollo de habilidades de pensamiento científico y de personas reflexivas, críticas y comprometidas con su proceso educativo.

Zorrilla (2017) en su investigación de tesis con estudiantes de la I.E.D. Fanny Mickey de la ciudad de Bogotá, aplica una estrategia, basada en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico de orden interpretativo, argumentativo y propositivo, en la que incursiona en el uso de la nanotecnología en el aula; con la finalidad de desarrollar pensamiento crítico, valiéndose de nuevas tecnologías, en su estudio hace hincapié en la necesidad de programas intencionados para implementar la alfabetización crítica y que les brinde a los estudiantes la posibilidad de participar de manera activa en los cambios sociales, bajo la referencia que el desarrollo de pensamiento crítico garantiza la producción de un pensamiento de calidad, para actuar con eficiencia y eficacia frente a los problemas de su entorno. En esta tesis la autora destaca que el uso de la nanotecnología permitió el fortalecimiento del pensamiento crítico de los estudiantes, específicamente en el proceso de adquisición de nuevos conocimientos mediante el desarrollo de habilidades de tipo interpretativo, argumentativo, y propositivo, que se manifestaron en la solución de situaciones argumentando de manera conceptual sus posibles respuestas.

Esta investigación presenta una aplicación al aula del desarrollo de habilidades de pensamiento científico, de donde se extrae la posibilidad de fomentar además de habilidades de pensamiento científico, el trabajo en equipo, se resalta la discusión y toma de postura

frente a los fenómenos estudiados, con argumentos lógicos y estructurados, permitiendo un espacio de reflexión, entendimiento e interiorización del trabajo desarrollado de tal manera que se ejercita el pensamiento crítico y la capacidad de argumentación; lo anterior confirma la elección para la presente investigación de que los estudiantes trabajen en grupos pequeños, resolviendo problemas evidenciados por ellos en su cotidianidad y aplicando las bases teóricas de la temática reacciones químicas para proponer solución a su problema de investigación.

De la revisión de los antecedentes se encuentra que las habilidades de pensamiento científico permiten ese ejercicio de reflexión sobre el lenguaje abstracto de la química y la relacionabilidad de esta con la vida cotidiana, ya que en el trabajo con habilidades de pensamiento científico se enfatiza en el uso del lenguaje como mediador entre los procesos científicos y las explicaciones que se pueden hacer de estos, para evitar atribuir las dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje a la falta de interés de los alumnos, capacidad intelectual, desconocimiento del lenguaje propio de las ciencias o inapropiada enseñanza (Pozo & Gomez, 1998).

## **4.2 FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS**

Epistemología etimológicamente deriva de la palabra griega *episteme*, significa conocimiento, se ocupa de “todos los elementos que procuran la adquisición de conocimiento e investiga los fundamentos, límites, métodos y validez del mismo” (Jaramillo, 2003), se ocupa del conocimiento científico y sus problemas internos, lo que la constituye en una

ciencia interdisciplinaria con tendencia hacia la especialización del conocimiento antes que a la generalización de una teoría (Tamayo, 2003).

Dentro de las corrientes epistemológicas que han surgido para aportar significados que ayuden al entendimiento del desarrollo de la actividad científica y enuncien metodologías admisibles para el origen del conocimiento, se encuentran: el racionalismo (razón); el empirismo (experiencia); el criticismo (síntesis entre la razón y la experiencia); la fenomenología (vivencia), la hermenéutica (juicio reflexivo), y el constructivismo (interacción entre saberes previos y nueva información).

- **El racionalismo:** corriente filosófica del siglo XVI – XVII, se basa en la razón para llegar al conocimiento, se realiza a través de la captación de los principios evidentes, que luego se conjugaran con los contenidos innatos para deducir verdades, afirma que un conocimiento sólo es realmente tal, cuando posee necesidad lógica y validez universal, sus principales exponentes fueron: Platón, Descartes, Spinoza, Leibniz y Popper (Martínez & Ríos, 2006).
- **El empirismo:** inicia en el siglo XVII y XVIII, sostiene que el conocimiento humano únicamente es dado por la experiencia sensorial y por lo tanto no posee conocimiento innato, su inspirador fue Bacon, quien fue ampliamente debatido, por cuanto simplifica en exceso, esquematiza y distorsiona el complejo cuadro de la adquisición del conocimiento (Manzo, 2016). Una de las corrientes filosóficas procedentes del empirismo, que destaca por su importancia, es el Positivismo y el Positivismo Lógico, cuyos fundamentos se basan en el empirismo, pero comprueba de forma científica los conceptos,

proposiciones e hipótesis por medio del análisis lógico del lenguaje y los diseños y métodos utilizados, que actúan como amplificadores de la realidad (Díaz, 2014). El empirismo y el positivismo lógico han sido de gran importancia en la historia del desarrollo del pensamiento científico, pues por un lado el positivismo introdujo el conocido método científico y por otro, el empirismo ha sido la base del conocimiento mediado por la experiencia. Los principales representantes del empirismo y del positivismo son: Bacon, Locke, Hume, Berkeley, Comte y el Círculo de Viena” (Pozo, Alonso, Gadea, Fenker, & Ledesma, 2016). En el Círculo de Viena se trabajaba en la construcción de una ciencia unificada bajo la observación y el lenguaje de la lógica, por ello los enunciados científicos son verdades lógico matemáticas y bien deben ser reducidos a un lenguaje observacional, dentro de los filósofos y científicos que destacaron están, Schlick, Carnap, Neurath, Hahn, Feigl y Kraft. Carnap (citado en Martínez & Ríos, 2006)

- **El criticismo:** corriente de los siglos XVIII y XIX, cuya idea de la adquisición del conocimiento es que este está dado por la razón y la experiencia, por lo tanto, es el sujeto quien da forma a la realidad mediante la sensibilidad y necesita del entendimiento, posibilitando la posición epistemológica del conocimiento entre el dogmatismo y el escepticismo (Manzo, 2016).
- **La Fenomenología:** inicia en el siglo XX, su fundador y principal exponente, fue Husserl, otro filósofo destacado fue Heidegger. Esta corriente plantea que el conocimiento no es solo el resultado de la experimentación y de las impresiones sensoriales, que estos juegan un papel activador dentro del sujeto por cuanto no es un ente pasivo dedicado a la

medición y recolección de datos, sino que es parte del objeto de estudio y la vivencia de éste es parte del proceso de comprensión del fenómeno.

- **La hermenéutica:** su principal exponente es Gadamer, la hermenéutica sostiene la no existencia de un saber objetivo, transparente ni desinteresado sobre el mundo, debido a que el conocimiento se construye desde la interpretación de la óptica del autor con el propósito de comprender su significado (sentido), por lo tanto el ser humano no es un espectador imparcial de los fenómenos, ya que cualquier conocimiento de las cosas viene mediado por una serie de prejuicios, expectativas y presupuestos recibidos de la tradición que determinan, orientan y limitan nuestra comprensión, por ello pretende recuperar el juicio reflexivo como forma de conocer, ya que acepta la finitud de la voluntad y la cognición humana, mediante el discurso como objeto de estudio.
- **El constructivismo:** Con la adopción de la lógica deductiva, en la que se llega a conclusiones a partir de razonamientos sobre premisas, aparecen nuevos enunciados proposicionales del estilo teorías que se contraponen a las explicaciones previas, donde sobresale el constructivismo contemporáneo, el cual sostiene que es necesario otorgar al estudiante herramientas que le permitan construir sus conocimientos, partiendo de la premisa que estos constructos se formarán por la integración entre el saber previo, las nuevas informaciones y las herramientas proporcionadas (Gallego, Perez, Gallego, & Pascuas, 2004).

La epistemología de la química no constituye una construcción racional aislada de orden metafísico, sino que forma parte de un entramado de relaciones fluidas con las ciencias, su

enseñanza y su aprendizaje. La presente investigación se enmarca en el constructivismo como corriente epistemológica según la cual, el conocimiento no se origina de manera inconsciente en el mundo exterior al hombre y con voluntad autónoma. Por el contrario, el hombre "labra" sus ideas acerca del mundo, por lo tanto, estas ideas que llevan al conocimiento no son el producto de una actividad en la que el conocimiento es descubierto, sino de una actividad en la cual el cognoscente tiene el papel dominante en la construcción de su conocimiento, de manera que las ideas se originan en el propio sujeto, con base en las características, cualidades y propiedades, del objeto percibido y posteriormente construido (Rojo, 1998).

El constructivismo enfatiza en que la función del conocimiento no es simbolizar mundo, debido a que no se trata de transmitir verdades absolutas, si no de posibilitar transformaciones conceptuales, por ello el constructivismo favorece el cambio de esta función representativa a la asignación de utilidad a dicho conocimiento, por lo que todo constructo cognitivo se torna práctico. Así, en lugar de pretender que el conocimiento pueda representar un mundo más allá de la experiencia, este es una construcción personal a partir de las experiencias del individuo, ligada a sus percepciones y estructura mental (Rojo, 1998).

El constructivismo se constituye en una actividad que permite hacer de la enseñanza de la química, una alternativa integradora del sujeto, la sociedad y la naturaleza, haciendo que en el conocimiento medie el dominio de la experiencia y la construcción colectiva, que se lleva a cabo en la relación individuo-colectivo en el aula (Gallego, Perez, Gallego, & Pascuas, 2004).

### 4.3 SOBRE LA QUÍMICA

El constructo de conocimientos como producción cultural que por convención ha sido dado en llamarse Química proporciona una perspectiva alternativa para la comprensión de algunos fenómenos naturales relacionados con la transformación de la materia o su constancia. No hay verdades absolutas, acabadas y manifiestas en la ciencia, las hay provisionales y que satisfacen la urgencia de explicar y explicarse en determinado momento histórico, lo que se percibe en el contacto con el mundo natural. Otras perspectivas pueden ser sujetas a influencias dogmáticas, revelaciones o imposiciones que las pretenden inmutable, fijas e irreprochables, en tanto, las que ofrece la química, como suma característica de las ciencias naturales, permiten su corroboración, cuando no su reestructuración y hacen sofisticado el ejercicio de conocer, como por ejemplo en el caso específico de la concepción sobre la composición de la materia, que se auto estructura con el paso de las épocas, contextos y paradigmas, cambia y en palabras de Imre Lakatos permite dilucidar nuevos hechos desconocidos (Daza, Arrieta, & Muñoz, 2014).

Respecto a la materia las ideas chinas trataban de la composición de la materia a partir de los elementos a saber: tierra, agua, fuego, madera y metal; percepciones que irían a impregnar el pensamiento antiguo griego con exponentes como: Tales, Anaxímenes, Heráclito, Empédocles y Aristóteles, que determinarían la doctrina de las cuatro esencias, esta última de gran influencia en la ideología alquimista del medioevo. Llama la atención el énfasis que se hacía a la mezcla de estas sustancias elementales en diferentes proporciones, con lo que se explicaban las cualidades y propiedades de la materia, como la posibilidad de la transmutación de la materia, basados en datos empíricos. Esta doctrina retomada por la

concepción del suizo Paracelso en la Iatroquímica, despoja a los cuatro elementos y los tres espíritus árabes (mercurio, sal y vinagre) del carácter portador de propiedades, pero los eleva a lo místico, al introducir la doctrina de los tres principios según la cual los cuatro elementos son los portadores del mercurio, el azufre y la sal constituyentes de los cuerpos, a su vez esta teoría se convirtió en el insumo ideológico del periodo de la alquimia, resaltando que el universo podía ser develando a la luz de la química, iniciando una nueva era que se caracterizó por la emergente necesidad de estructurar un método de enseñanza para ser llevado a las aulas con su posterior clasificación de las técnicas y experimentos de laboratorio con la finalidad de convertirse en una disciplina de apoyo a la medicina (Brock, 1992)

Por su parte Stahl aportó al desarrollo de la química con la distinción realizada entre mixtos (sustancias formadas por partículas elementales) y compuestos (formados por dos o más mixtos). Macquer apoyado en esta diferenciación hecha por Stahl desarrolla el concepto de partes integrantes que se unen por afinidad de agregación y para el caso de la sal común serían las moléculas más pequeñas de esta y las partes constituyentes, que se unen por afinidad de composición y tienen propiedades distintas de las que poseen el compuesto, para el caso de la sal serían el ácido marino y el álcali fijo (Bertomeu & Garcia, 2006)

La evolución del concepto de elemento, que propugna Lavoisier en el siglo XVII, es eminentemente experimental dado que afirma que es lo último que se obtiene en el análisis de mezclas por métodos químicos. El fortalecimiento epistemológico de la química también se vio nutrido por la utilidad que encuentra John Dalton a las propuestas de Demócrito y Leucipo sobre los átomos; en su contribución formula que los átomos iguales determinan un mismo elemento, junto con la atribución del valor constante de peso atómico, para la

posterior compilación de elementos en la tabla didáctica periódica propuesta por Mendeleiev, y la contemporánea visión de Schwarz que discrimina entre elemento químico básico, metalúrgico simple y astrofísico con referencia a la carga nuclear y propiedades de los materiales macroscópicos, los hechos anteriormente mencionados han ampliado el *corpus* químico (Rios, 2011). En la actualidad la química es una ciencia de muchas teorías que se constituye y se seguirá constituyendo por aportes científicos. Dada su característica multidisciplinar, al ser explicada desde diferentes perspectivas proporciona para la enseñanza y aprendizaje un panorama de ciencia de difícil comprensión, cuya alternativa puede ser abarcar su corpus teórico desde el aprendizaje memorístico y mecánico, fuera de contexto histórico, así como desde la experiencia del estudiante, sin embargo al adentrarse en su historia, estudio y reconocimiento de los conceptos relevantes en química, se encuentra que la química es una disciplina científica y autónoma que desde el surgimiento en la primera mitad del siglo XVII de las revistas especializadas en química, cuenta con recursos que permiten su reconocimiento, como por ejemplo los libros de texto, una enseñanza regular, un discurso propio, publicaciones periódicas, y reconocimiento de un espacio institucional que permite su avance teórico y empírico de dónde aparecen nuevos conceptos teóricos y descripciones de metodologías para corroborar su veracidad; por estas razones se le atribuye el estatus de disciplina científica y autónoma. (Bertomeu & Garcia, 2006)

#### **4.3.1 Acerca de las reacciones químicas**

Para el abordaje del concepto de reacción química se hace necesario retomar desde el propio objeto de estudio de la química, así cuando se indaga sobre la definición de química, se encuentra “Química es la ciencia que trata de las propiedades y reacciones de las distintas

clases de materia” (Brock, 1992), o también “estudia la estructura y conformación de la materia y los cambios que ocurre en esta” (Raviolo, Garritz, & Sosa, 2011), en las dos definiciones anteriores se hace notar que al abordar el estudio de la química surge el concepto de reacción química, como parte estructurante de la química por esta razón es considerado como un concepto central dentro de la enseñanza de la misma (Mendez, 2013). Al indagar sobre el concepto de reacción química se encuentra la siguiente definición “es un proceso en el que una sustancia o varias sustancias se forman a partir de otra u otras” (Raviolo, Garritz, & Sosa, 2011); en esta enunciación se encuentra implícito que para abordar el concepto de reacción química hay que conocer el concepto de sustancia y cómo estas cambian, teniendo en cuenta que en este proceso de cambio no hay pérdida de materia o sustancias lo que lleva directamente a relacionar las reacciones químicas con el concepto de conservación de la materia como lo puntualiza Garritz (1998), “en un fenómeno químico se forman nuevas sustancias pero al final se obtiene la misma cantidad de materia” (Reyes & Garritz, 2006). Las reacciones químicas también se explican desde el nivel submicroscópico “las moléculas se golpean con la fuerza tal que hace que los enlaces se rompan, para formar nuevas sustancias” Gillespie, (1997), en Reyes & Garritz (2006), se evidencia que el concepto de reacción química tiene una estructura compleja y se debe recurrir a una serie de conceptos como átomo, molécula, enlace, transformación, sustancia, mezcla, combinación.

Según Gallego, Pérez, & Gallego (2009) las leyes en las ciencias de la naturaleza se explican “desde las elaboraciones Newtonianas, en cuanto hacen parte y se deducen de todo un planteamiento teórico, a partir de supuestos básicos acerca de que el comportamiento del universo que se hace análogo a un gran mecanismo de relojería” (p 235). Por lo que para la física la ley tiene un enfoque causalista que busca explicar los fenómenos con base en la

consideración de las causas de los fenómenos y así poder predecir; en tanto que en química su enfoque es descriptivo de un estado del fenómeno o de un sistema, debido a que los químicos no observaban directamente su objeto de investigación, y por ello se requieren representaciones mentales, ya a partir de Lavoisier la química adquiere una explicación matemática. Con los planteamientos anteriores se enunciaron las leyes ponderales, por mencionar las siguientes: la ley de la conservación de la masa de Lavoisier establece relaciones de proporcionalidad entre los pesos de los reactantes y los de los productos, más adelante se expresó de manera algebraica, lo que da cuenta que en su formulación interviene un componente instrumental y matemático; la ley de Proust o ley de las proporciones definidas plantea que los compuestos químicos contienen elementos en ciertas proporciones definidas, así los compuestos habituales se formaban a partir de sus constituyentes en proporciones fijas y que puede existir más de un compuesto a partir de las mismas dos sustancias (Brock, 1992), como apoyo a esta ley Dalton (1804) fórmula la ley de las proporciones múltiples, según esta ley si dos elementos pueden combinarse para formar más de un compuesto, la masa de uno de los elementos se combina con la masa del otro, hallándose una relación de números enteros (Rios, 2011); la estequiometria brinda una medida cuantitativa de los reactivos y de los productos, este concepto propuesto por el químico alemán Jeremías Richter (1762-1807) para cuantificar las proporciones ponderales (en masa) con que se combinaban los elementos en las sustancias, a partir de los cálculos estequiométricos se puede predecir la cantidad de sustancias necesarias para que ocurra una reacción (Furió & Padilla, 2003).

En lo referente a sustancia, se puede abordar su explicación desde la perspectiva microscópica como la interacción entre partículas iguales en una proporción única, o desde la perspectiva macroscópica “forma de materia de composición elemental con propiedades

específicas” (Raviolo, Garritz, & Sosa, 2011). Para su enseñanza, se debe aclarar desde que perspectiva se está haciendo la aproximación, pues para su comprensión es necesario enfatizar en el entendimiento del proceso a nivel macroscópico de las interacciones y de las propiedades de las sustancias, para luego transitar hacia el nivel atómico. Seguidamente al introducir el concepto de mezcla como un sistema material formado por dos o más tipos de sustancias en proporciones variables, en lo referente a los cambios físicos y químicos, esta es una abstracción del mundo real para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje, por lo tanto los fenómenos físicos se explican como un proceso en el que no ocurre reacción química y cada uno de sus componentes mantiene su identidad, propiedades y es reversible, a diferencia de los fenómenos químicos en los que las sustancias se transforman formando otras sustancias. (Raviolo, Garritz, & Sosa, 2011).

#### **4.3.2 Enseñanza de la química**

En el aprendizaje de la química los estudiantes deben conectar los fenómenos que observan a su alrededor con los modelos y símbolos que se utilizan para representarlos, adicionalmente deben establecer relaciones entre los modelos submicroscópicos que se utilizan para describir, explicar o predecir la estructura y propiedades de las sustancias a distintas escalas. Las dificultades en la comprensión de los modelos químicos no están dadas por la existencia de las escalas de descripción, sino por la presencia de «varias dimensiones» de análisis, lo que hace que el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química no sea sencillo, y se refuerza con la presencia de problemas internos como motivaciones e intereses de los educandos en aproximación al manejo disciplinar de la química en la educación media. Algunas de las cuestiones problematizadoras de la comprensión conceptual se refieren a: la

naturaleza corpuscular de la materia, las sustancias y compuestos químicos, las reacciones químicas. Estos conceptos son condición preliminar, en la diferenciación progresiva que permite interpretar eficientemente los procesos químicos. Raviolo, Garriz, & Sosa (2011).

La enseñanza de los fenómenos químicos parte de tres niveles, la interpretación microscópica de la materia, la descripción macroscópica y la representacional respectivamente (Furió & Furió, 2000). De ordinario, la enseñanza de lo químico realza especial interés en lo simbólico y teórico dejando de lado muchas veces lo macroscópico, o en ocasiones lo mezcla con lo submicroscópico. Lo esencial es propender porque se relacionen los niveles de representación macroscópicos y microscópicos de los procesos químicos, antes que hablar indistintamente entre ellos. El trabajo desarrollado por Furió & Furió (2000), permite visibilizar que hay conceptos estructurantes en química que su enseñanza es de difícil abordaje sin el conocimiento de los preconceptos de los estudiantes, como punto de partida para la enseñanza. Por su parte Pozo (1993) hace un análisis sobre las dificultades de comprensión de los estudiantes y su prevalencia aún después del paso de los estudiantes por los grados de educación secundaria y universitaria, debido a la falta de contextualización a los estudiantes les es difícil explicar y aplicar la información a nuevos contextos, comparar y diferenciar modelos para elaborar dichas explicaciones entendiendo que aprender ciencias no es una tarea de memorizar verdades absolutas.

Guitart, Caamaño, & Corominas (2012) resaltan la importancia de enseñar ciencias en contexto, entendido éste como el escenario donde son posibles las aplicaciones de los conceptos, competencias y habilidades aprendidas en química, en donde se crean las condiciones para relacionar el lenguaje y herramientas que permiten interpretar la química

con la vida cotidiana, inmediata y próxima al estudiante, teniendo en cuenta que la química permea todo aquello que le es inmediato al ser humano y por lo tanto es imprescindible identificarse en el mundo natural y en el intervenido antrópicamente, para interpretar esos mundos y transformarlos, apoyado en las herramientas que brinda la educación en ciencias..

Caamaño (2011), ha resaltado la relevancia de una integración conjunta del enfoque contextual, con el de modelización e indagación, en atención a que estos procesos conducen al desarrollo de la competencia científica en ciencias de la naturaleza y atienden a la reforma que debe tener en cuenta el currículo. Se le ha dado prioridad de tipo preferente a esta intención, al disminuir el valor que se les presta a los contenidos, todo esto con objeto de proponer una planificación educativa global en correspondencia con los procedimientos y las actitudes propias de los estudiantes hacia la ciencia y su entorno. El valorar los cambios que ocurren en la enseñanza de la química tiene como referente esta vez, el destacar la preponderancia de la indagación, la argumentación y la modelización como elementos clave en la competencia científica (Caamaño, 2011).

Téllez (2016), comprobó que cuando se aplican estrategias que permiten identificar los principios para la programación, implementación y evaluación de los contenidos, se aportan aprendizajes significativos y se estimula la asimilación de la química. Por el contrario, cuando se usan metodologías no activas, se limita el aprendizaje contextual de los conceptos químicos. Se parte del principio que el estudiante es el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje y con las metodologías activas se logra que el estudiante se empodere en un rol activo y participativo, es autónomo y regulado cuando se responsabiliza de su aprendizaje y estrecha la brecha presente entre lo conceptual de la química y su inherente aplicación en la

vida cotidiana. Al promover el intercambio de sentimientos, actitudes, experiencias, vivencias y conocimientos entre los aprendices, se consolidan pedagógicamente las elaboraciones conceptuales en un marco de discusión y construcción colectiva, símil a lo que ocurre en la dinámica científica. Cuando se considera que los estudiantes son los protagonistas y se le proponen metodologías que le permitan cuestionarse sobre su entorno y su subsecuente interacción con este, concepción propia de las estrategias didácticas activas, se configura el escenario propicio para la aplicación del aprendizaje basado en problemas (ABP) como sugerente y asertiva. Éste es “un método de aprendizaje basado en usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos” (Téllez, 2016).

Este método, se sitúa en la resolución de problemas y crea las condiciones para que el educando trabaje desde la formulación de lo que se problematiza hasta el principio hipotético de solución en equipo. El rol protagónico que tiene el estudiante en el proceso de enseñanza es indispensable, dado que es una de las condiciones de posibilidad para propiciar el aprendizaje contextualizado, a este respecto el de la química en especial. Dentro de las estrategias que propenden por este aprendizaje significativo se cuenta: la pedagogía de la pregunta, la lectura analítica comprensiva, los estudios de caso y la contextualización de los contenidos. Estos métodos permiten la colaboración e interacción entre pares, puesto que se ha demostrado que el empleo de técnicas no activas limita el aprendizaje significativo de lo relacionado con la química.

### 4.3.3 Reconstrucción histórica del concepto reacción química

El concepto de reacción química es producto de una construcción histórica, en la presente investigación se abordará desde una perspectiva histórica epistemológica, de Jensen W. B.(1998), específicamente en su propuesta de organizar el estudio de la química en periodos conocidos como revoluciones químicas. W. Jensen, acoge el concepto de revolución científica y postula que la ciencia pasa por periodos de ciencia normal para luego, cuando aparecen cambios, emergen las revoluciones científicas. Con base en estas ideas Jensen propone las revoluciones químicas como una metodología de organización de la química para su enseñanza y establece periodos en los que divide la historia de la química moderna como: primer periodo años 1770-1790; segundo periodo años 1855-1875; tercer periodo años 1904-1924. La principal razón por la que hace esta división es por la manera de abordar el problema de la estructura de la materia. La evidencia de que cada periodo corresponde a una revolución química con el consiguiente cambio de pensamiento lo basa en enunciados donde incluye que se cumplan aspectos como: relatos de la época, cambio en el vocabulario y contenido (Chamizo, 2011).

Postula Jensen que la primera revolución científica en química (1770-1790), se destaca por sus aportes y las implicaciones generales para el concepto de química a nivel molar; para la química neumática de Hales, Cavendish, Shele y Priesley quienes descubrieron nuevos gases; nuevas teorías de la combustión y de la respiración. Para la teoría calórica de los estados por Black, Crawford, Irving, Cleghorn, Watt; además Lavoisier propone la teoría de la alcalinidad y causticidad; Black reconoció el papel de los gases en las reacciones

El concepto de reacción química, de este periodo parte de A. L. Lavoisier, quien nació el 26 de agosto de 1743 en París, Francia, a los 25 años fue admitido en la Academié Royal des Sciences, su aporte al concepto de reacción química fue proponer una relación metodológica y conceptual, para llegar matemáticamente el concepto de reacción química, y establecer las relaciones de proporcionalidad entre los pesos de los reactantes y de los productos, que luego se expresaron de forma algebraica. En 1783 y 1790 representó la reacción química y las leyes ponderales (las leyes de las combinaciones químicas que tratan de las cantidades de las sustancias que intervienen en las reacciones). Formuló el concepto de reacción química como un modelo analógico a una balanza (Gallego, Pérez, & Gallego, 2009) en el que los reactivos se encuentran en equilibrio con los productos, como para este entonces el trabajo se concentró en los gases con estos aportes se hizo evidente que el aire estaba compuesto por materia, y al rebatir el flogisto como explicación a los cambios ocurridos a las sustancias al exponerlas al fuego, apporto a la construcción del concepto de cambio químico. Uno de los seguidores de Lavoisier fue Josep Louis Proust, nacido en Angers, Francia, en 1779 mediante el análisis de compuestos químicos llegó a la generalización de que los compuestos tienen elementos en proporciones definidas, conocida más adelante como la ley de las proporciones definidas o constantes, afirma que *“cuando los elementos se unen para formar compuestos lo hacen en proporción específica de sus pesos (masas) y a partir de estos se pueden calcular las masas de sus equivalentes de los elementos y la de los compuestos, se pueden calcular a partir de la suma de las masas equivalentes”* (Azcona, Furió, & Guisasola, 2002) de la formulación de ésta es la máxima expresión de la química equivalentista, en la que se busca por medios matemáticos dar rigor a las observaciones, este aporte sirvió para el establecimiento del cálculo de las proporciones de las sustancias que intervienen en una reacción química.

Otro químico que aportó principalmente a las leyes ponderales fue Jeremías Benjamín Richter: Nació en Hirschberg, Alemania el 10 de marzo de 1762. Estudió filosofía con Immanuel Kant, quien lo influyó en la aplicación de las matemáticas a la química; entre 1792 y 1794, acuñó la palabra *estequiometria* (del griego *stoicheon* “sustancia elemental” y *metrón* “medida”). Ciencia de medir los elementos. Describió numerosos ejemplos de los pesos involucrados en las reacciones, reconoció que los ácidos y las bases se neutralizan en proporciones definidas, llamada la ley de las proporciones equivalentes (Rios, 2011).

Posteriormente John Dalton, quien nació en Eaglesfield, Inglaterra el 6 de septiembre de 1766, en 1803 dio a conocer sus ideas sobre el carácter corpuscular de los fluidos gaseosos, con esta idea trató de determinar los pesos relativos de los diferentes átomos. En 1804 propuso la ley de las proporciones múltiples, “*las cantidades de un mismo elemento que se unen con una cantidad fija de otro elemento para formar, en cada caso, un compuesto distinto, están en la relación de números enteros sencillos*”, en esto coincide con Proust por lo que la teoría atómica y la ley de las proporciones definidas se apoyan mutuamente. Propuso el siguiente razonamiento: si A y B, formaran dos compuestos como AB, A<sub>2</sub>B, el segundo compuesto con 2A y uno de B debía tener el doble de A que el primero; si se formara A<sub>3</sub>B este debía tener 3 veces más de A, etc. Demostrando esto con los tres óxidos de nitrógeno N<sub>2</sub>O, NO, NO<sub>2</sub>; describió que el oxígeno se encontraba en una relación de uno a dos y de uno a cuatro respecto del nitrógeno. Comprobó satisfactoriamente que el CO<sub>2</sub> tenía el doble de cantidad de peso de oxígeno que el CO. También afirma que la presión y el volumen de un gas son inversamente proporcionales (Rios, 2011).

Más adelante Joseph Louis Gay-Lussac: nacido en St. Leonard, Francia el 6 de diciembre de 1778, en 1805 enunciara la ley de los volúmenes de combinación que postula: los volúmenes de los gases que reaccionan entre sí, así como el de los productos gaseosos que se forman guardan una relación sencilla entre sí de números enteros uno a uno, dos a uno, tres a uno etc. En el periodo comprendido entre 1808 a 1809 tuvo que rectificar la base experimental, y la ley de los volúmenes de combinación algebraicamente para este tiempo era inexplicable. Una nueva interpretación a las reacciones químicas fue dada por Amadeo Avogadro, quien nació en Turín Italia, el 9 de junio de 1776, al conocer la ley de Gay-Lussac que los gases se expanden con el calor en 1811 hipotetizó “todos los gases en igualdad de volumen presión y temperatura contienen el mismo número de átomos o moléculas”. Concluyó que los gases estaban formados por moléculas compuestas de por lo menos dos átomos, esta es la hipótesis molecular que permite dar una nueva interpretación a las reacciones químicas, donde la masa de cada sustancia está dada por el número de entidades elementales que contiene, esto generó controversias por la resistencia hacia las hipótesis atomistas (Azcona, Furió, & Guisasola, 2002).

En el periodo comprendido entre 1855 – 1875 segunda revolución de Jensen W. B.(1998) se destacan S. Canizzarro, F.A. Kekulé, E. Frankland, D. Mendeleiev, las características de los principales aportes al concepto de reacción química son: Visión molecular, valencia, estructura molecular, determinación de pesos atómicos y moleculares. Un producto importante de este periodo es sustitución de clasificaciones ácido-base o dualista de los elementos por la clasificación de valencia que culmina en el descubrimiento de la tabla periódica. Dalton 1808 incluye el concepto de peso atómico que sirve como puente al atomismo especulativo y a los datos analíticos gravimétricos.

Stanislao Cannizzaro en 1858 combinó datos de la composición gravimétrica y datos de la densidad de gas para sustancias y compuestos, nació en Palermo, Italia el 13 de julio de 1826. Estudió química con Chevreul, en 1858, explica la hipótesis de Avogadro, mostrando la diferencia entre peso atómico, peso molecular, peso equivalente, así como la manera de determinar los pesos atómicos y basándose en estas las fórmulas correctas de los compuestos, sin embargo, una contribución significativa a esclarecer el tema de las fórmulas de compuestos sencillos vino de E. Frankland 1852, nacido en Lancashire, enunció el concepto de “poder de combinación”, que luego derivó en el de Valencia. Encontró que: átomos de elementos químicos como N, P, As, y Sb, se combinan con radicales orgánicos en las relaciones 1:3 y 1:5; mientras que el Zn, Hg y O lo hacían en relación 1:2 con lo que concluyó: *“Independientemente de cual pudiera ser el carácter de los átomos que se unen con otro dado, el poder de combinación del elemento atractivo se satisface siempre con el mismo número de aquellos átomos”* (Aydon, 2008).

August Kekulé 1868, fue el principal impulsor de la teoría de la estructura química, esta teoría procede de la idea de valencia atómica con “el término poder de combinación”, fue enunciado como “unidades de atomicidad” o como “grados de afinidad”. Encontró que el Oxígeno es divalente en el agua, que el carbono es tetravalente, o que el fósforo tiene una valencia múltiple: trivalente en  $\text{PCl}_3$ , pentavalente en  $\text{PCl}_5$ . Finalmente dilucidó que la tabla periódica de 1869, se basa en las valencias de los elementos o más bien en sus capacidades de combinación con el oxígeno.

En este recorrido histórico se evidencia que la construcción del concepto de reacción química, se construye y cambia desde la aceptación de los átomos como constituyentes de la

materia; la formulación de leyes que explican la interacción de los átomos, hasta predicciones sobre el “poder de enlace” de los átomos para la formación de nuevas sustancias, por lo que esté viene dado por aportes de múltiples científicos, quienes encuentran la manera de dar explicación a los cambios que ocurren cuando interactúan dos sustancias y forman nuevos compuestos, haciendo manifiesto la que las ciencias se construye y reconstruye con el paso del tiempo y con la aparición de nuevas evidencias que satisfagan mejor las observaciones.

#### **4.4 DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS**

La habilidad que tiene el ser humano para formular ideas y representaciones mentales de forma racional y objetiva alejándose de las creencias, el misticismo, la revelación o la magia, es decir el pensamiento científico, es el objetivo que se persigue en la educación a través del tránsito de los estudiantes por todos los niveles escolares, especialmente en el campo de la formación en ciencias (Montiel Susana, 2011).

La Didáctica de las Ciencias como “disciplina científica conceptual y metodológicamente fundamentada” (Gallego & Gallego, 2007), constituye una ruta, promisoría, ante la necesidad social de alfabetizar en ciencias naturales, por el compromiso inherente al educar en ciencias hacia el desarrollo de habilidades y acciones concretas de pensamiento en química conducentes al formar sujetos competentes en ciencias naturales (Cárdenas Pérez, 2012).

No es alternativa efectiva la transmisión-recepción de contenidos de carácter irreflexivo para garantizar el aprendizaje de los de por si complejos conceptos abstractos de la química, así como caer en el excesivo y cómodo reduccionismo de una superficial interpretación del

constructivismo que busca a manera de recetario explicar el proceso cognoscitivo de los educandos. Se hace necesario acudir a la Didáctica de las Ciencias, sus aportes provistos por la epistemología y la historia de las ciencias caracterizándola como una ciencia social validada por sus métodos cualitativos y análisis de datos verbales entre otros. La didáctica de las ciencias toma distancia de ser considerada como una rama de la didáctica general, de las ciencias de la naturaleza, de la psicología, de la pedagogía, tampoco es un campo interdisciplinar de la educación científica, aunque se haya nutrido bastante de estas disciplinas, y aun cuando sus inicios fueron difusos, *conditio sine qua non* de todas las áreas del pensamiento humano, por ello que en cuanto más se profundice en el objeto de estudio, los linderos de las disciplinas no se aprecian con claridad. (Aduriz-Bravo, 2002).

Al atender al fracaso escolar, el creciente rechazo de los estudios científicos y las actitudes negativas hacia la ciencia, se evidencia en última instancia un largo plazo para el desarrollo futuro de un país, por lo que se requiere combatir el analfabetismo científico (Gil Perez, 1999), la didáctica de las ciencias experimentales se suscribe como un corpus teórico fundamentado de carácter constructivista, con un claro campo de acción y objeto de estudio, por lo que la didáctica de las ciencias experimentales en especial lo tocante a la química, se constituye entonces, como el derrotero de lo que esta investigación plantea, es decir, la condición de posibilidad del aprendizaje de las reacciones químicas a través de un proyecto de investigación y su posterior contrastación en un humedal.

#### **4.5 APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP)**

El aprendizaje basado en problemas surge en la época de los 60' y los 70's como una alternativa a la enseñanza transmisión-recepción que se realizaba en la escuela de medicina de McMaster (Canada), por problemas reales en los que los estudiantes se veían enfrentados a hacer uso comprensivo de los conocimientos teóricos para aplicarlos en la práctica clínica (Morales & Landa, 2004). El aprendizaje basado en problemas es una metodología constructivista que se ha implementado en diversas instituciones tanto de educación superior como a nivel escolar, para el caso particular de Colombia la universidad Nacional de Antioquia modificó y aplicó esta estrategia a su facultad de medicina. La principal característica de esta metodología es que el estudiante es el gestor de su aprendizaje a través del trabajo en pequeños grupos, gestionando, seleccionando y organizando información que le permita explicar los fenómenos y el docente pasa a ser el guía del proceso en el sentido que sugiere fuentes de información, y favorece que los estudiantes se aproximen al conocimiento sin perder la vista del problema propuesto (Restrepo, 2005)

En este caso particular, los problemas que forman la base del estudio son en primera instancia reacciones químicas replicadas en el aula de clase, donde se les pide a los estudiantes que hagan descripciones de estos fenómenos químicos, seguidamente las descripciones son más elaboradas para dar cuenta de las reacciones químicas que encuentran en su proyecto de investigación, para posteriormente hallar esas reacciones que pueden observarse en la realidad (un humedal), y que son analizadas por el grupo usando sus conocimientos, partiendo de la indagación y del pensamiento reflexivo.

Por su parte las políticas educativas actuales emitidas por los entes reguladores, para el caso de Colombia el Ministerio de Educación Nacional, proporcionan las directrices y lineamientos del proceso enseñanza-aprendizaje. Éstas demandan dinamismo para que dicho proceso sea oportuno a las necesidades, intereses y motivaciones de los estudiantes en su contexto, con el fin de propiciar un ámbito de desarrollo de habilidades científicas, es necesario que las prácticas educativas se modifiquen brindando herramientas para que los estudiantes y los docentes interactúen en diferentes entornos. Es en este sentido es en el que el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), como enfoque didáctico para la generación de actitud científica, se constituye en una estructura constructivista que permite abordar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales a partir del tratamiento de problemas con el propósito de favorecer el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, en concordancia con lo establecido en los estándares básicos de competencias en ciencias naturales:

*“Los estándares pretenden constituirse en derrotero para que cada estudiante desarrolle, desde el comienzo de su vida escolar, habilidades científicas para: • Explorar hechos y fenómenos. • Analizar problemas. • Observar, recoger y organizar información relevante. • Utilizar diferentes métodos de análisis. • Evaluar los métodos. • Compartir los resultados”* (Ministerio de Educación Nacional, 2004).

El compromiso de formar en ciencias naturales, permite crear un vínculo entre el saber pedagógico, (disciplinario y didáctico, experiencial), con la significatividad de la red de conocimientos previos que posee el estudiante. El ABP, ofrece las condiciones para que el estudiante sea quien busque las herramientas, que le aproximen a resolver problemas y mediante la autorregulación gestionen su aprendizaje. La problematización de los

fenómenos es el punto de partida para buscar explicaciones de manera provisional, debido a que estas no son únicas, en el sentido que no se busca que responda de manera correcta o que coincida con la solución propuesta por el experto, sino que se construya producto de la interacción de los estudiantes con el fenómeno y con las fuentes de información, debido a que las preguntas surgen en grupos de estudiantes y ellos son los que visibilizan lo que necesitan para llegar a la solución por medio de un procedimiento heurístico (Solaz, Gomez, & Sanjosé, 2011).

De esta manera, se ofrece una alternativa a los métodos de enseñanza tradicionales que se basan en la transmisión pasiva y adquisición de informaciones. El modelo ABP pretende que el estudiante sea apto para identificar y resolver problemas de su entorno, de comprender el impacto de su propia actuación y las responsabilidades éticas que implica; interpretar datos, diseñar estrategias de solución; y en relación con todo ello, ha de ser capaz de movilizar, de hacer un traslado flexible del conocimiento teórico que está construyendo en su formación. Adicionalmente, se puede implementar de forma muy diversa, siendo flexible en aspectos relativos al número de educandos que componen un grupo, el tipo de problemas que se le plantea al estudiante, la cantidad de problemas que trabaja en una asignatura, qué aspectos concretos se van a evaluar, entre otros. Estos factores pueden variar mucho de unas experiencias a otras.

Basado en Gómez (2005) se subrayan las posibilidades del modelo, desarrollo de habilidades de autoaprendizaje, autonomía, adquisición de estrategias generales de solución de problemas, selección y uso de recursos como libros, fotocopias, internet, aprendizaje de habilidades sociales y personales mediante el trabajo en pequeños grupos, mejora la

comprensión, integración y uso de lo aprendido, familiariza e involucra al estudiante en situaciones cotidianas, se estimula una actitud activa hacia la exploración y la indagación, promueve que los contenidos sean recordados a largo plazo.

#### **4.6 HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTIFICO**

El concepto de competencia fue acuñado en la lingüística a finales de la década del 50 por Noam Chomsky (Baron & Muller, 20014), para quien la competencia lingüística es una capacidad inherente al hombre, y la asume como la disposición para el uso del lenguaje en la vida cotidiana.

La psicología cognitiva basada en los postulados de la teoría pedagógica de Vygotsky quien afirma que todas las funciones psicológicas de orden superior surgen primero en el plano social y compartido del sujeto, para luego internalizarlo pasando a ser intrapsíquico, hace referencia a competencias cognitivas, en cuanto a que el desarrollo cognitivo no se explica a partir del despliegue de componentes internos en ejercicio, sino por la huella que existe en el sujeto del mundo social y cultural en su actividad psicológica. (Torrado, 2002). Para la educación es retomado desde las competencias escolares, aplicando el concepto tanto al conocimiento adquirido por el sujeto como a su aplicación en un camino determinado. Al respecto Torrado (2002) sostiene que *“Las competencias, además de ser un saber hacer, es un saber haciendo, soportado en múltiples conocimientos que vamos adquiriendo en el transcurso de la vida; es la utilización flexible e inteligente de los conocimientos que poseemos los que nos hace competentes frente a tareas específicas”*.

Por lo tanto la competencia se hace manifiesta en tanto se evidencie un componente práctico, con repercusiones en la vida cotidiana, como por ejemplo en la resolución de problemas teóricos y prácticos del contexto de cada sujeto, por ello se puede afirmar que se evidencia en las habilidades manifiestas de la persona (Moscoso & Castillo, 1999).

En la educación habitual se le da más importancia a los contenidos que al desarrollo de habilidades y actitudes, predominando las actividades basadas en la lectura de libros de texto, y a la instrucción, por sobre las actividades de indagación científica y el trabajo de campo (González, Martínez, Martínez, Cuevas, & Muñoz, 2009). La educación basada en el desarrollo de habilidades se constituye en el mecanismo mediante el cual se integra el conocimiento de lo conceptual con lo práctico y los valores, dado que el objetivo principal de la formación en ciencias ya no es mecanizar conceptos sin aplicación práctica sino permitir que el estudiante tome una postura basado en los conocimientos y actúe en su entorno, para tomar decisiones que se traduzcan en acciones respecto de las problemáticas que se presenten en su medio. Para que los estudiantes se comprendan en el mundo y comprendan el mundo, se precisa que trabajen en procesos conducentes al desarrollo de habilidades de pensamiento científico, vistos estos como “investigación orientada que, superando el reduccionismo conceptual permita a los alumnos participar en la aventura científica de enfrentarse a problemas relevantes y (re)construir los conocimientos científicos, que habitualmente la enseñanza transmite ya elaborados, favoreciendo el aprendizaje más eficiente y significativo” (Sabariego & Manzanares, 2006).

Las habilidades de pensamiento científico entendidas como el conocimiento puesto en acción, cuando el sujeto es capaz de usar los conocimientos ya sean teóricos o prácticos en diferentes entornos, entre ellos el cotidiano, poniendo en juego sus destrezas sociales y

cognitivas, al destacar la importancia del componente social para el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico, se motiva al estudiante para que en el trabajo con sus compañeros el aprendizaje sea fluido y se considere parte del proceso formativo y no como un simple espectador (Cañedo & Cáceres, 2014).

Uno de los componentes a tener en cuenta a la hora de trabajar con habilidades de pensamiento científico es la acción, ésta permite analizar las habilidades puestas en práctica en el proceso educativo. Las acciones definen las habilidades en cuanto al actuar del individuo; de otra parte, para que las habilidades se expresen hace falta una serie de procedimientos, consecutivos y con un orden lógico a estos se le llaman operaciones o procesos, así un proceso es la evidencia de la manifestación de la habilidad. Estas habilidades promueven niveles de asimilación del contenido o tipos de desarrollo cognitivo; que a su vez se clasifican en reproductivos, que exigen del estudiante que conozca los contenidos o conceptos para el caso de esta investigación el concepto de reacción química y sea capaz de repetir procedimientos o procesos y realizar ejercicios como los tratados ya en clase y los productivos, cuyo desarrollo cognitivo se evidencia en que el estudiante sea capaz de movilizar sus conocimientos para gestionar la solución de problemas nuevos que aparecen en su entorno cotidiano (Cañedo & Cáceres, 2014).

Las habilidades, las acciones que los describen, los procesos que dan cuenta de su desarrollo y el tipo de desarrollo cognitivo que promueven se resumen en la siguiente tabla.

<b>Habilidad</b>	<b>Acciones</b>	<b>Procesos</b>	<b>Tipo de desarrollo cognitivo</b>
<b>Exploración de fenómenos</b>	Observación, Generalización	1. reconoce el fenómeno.	Reproductivo
	Caracterización Identificación	2. diferencia el fenómeno.	
	Descripción	3. describe el fenómeno	
<b>Analizar fenómenos</b>	Narración	1. plantea preguntas.	Productivos
	Demostración	2. propone procedimientos.	
	Análisis	3. determina características del fenómeno.	
<b>Recolección de información referente al fenómeno</b>	Relación	1. clasifica información relevante respecto del fenómeno.	Productivos
	Interpretación Ejemplificación	2. ejemplifica fenómenos.	

	Argumentación	3. argumenta acerca del	
	Aplicación	fenómeno.	

**Tabla1. Habilidades, acciones y procesos. Fuente: adaptado de (Cañedo & Cáceres, 2014)**

#### 4.7 EL HUMEDAL

En esta investigación se acude a un humedal para la contextualización de la temática reacciones químicas mediante el acercamiento a un entorno cotidiano y la lectura de estas, a continuación, se mencionan algunos aspectos relevantes propios de este ecosistema, por cuanto es habitual que los estudiantes realicen una lectura desde la descripción de la flora y la fauna que observan.

Según Ramsar ( 2013) "Un humedal es una zona de la superficie terrestre que está temporal o permanentemente inundada, regulada por factores climáticos y en constante interrelación con los seres vivos que la habitan" El humedal es un tipo de bioma o ecosistema que se caracteriza por contar con territorios anegados o no del todo firmes debido a una alta proporción de agua, por lo que, poseen un cuerpo de agua permanente o estacional de escasa profundidad, pueden variar de tamaño, vegetación o fauna, lo que es constante en estos es la gran cantidad de agua que se encuentra a nivel superficial y subterránea. Se considera como un bioma terrestre, cuyas aguas poseen escasa profundidad, representan gran valor ecológico, se encuentran dentro de las áreas protegidas, por el servicio de regulación climática e hidrológica que representan, en Bogotá se cuenta con 274 hectáreas como áreas de humedales (Humedales, 2018).

En lo referente al humedal y la educación en ciencias, se pretende contextualizar los problemas cotidianos con las situaciones emuladas en las aulas por lo que las situaciones en que a los estudiantes se les propone resolver problemas en el aula se presentan como problemas de única y verdadera solución, en tanto que los problemas del contexto real están atravesados por numerosas variables que pueden determinar sus potenciales soluciones, y lo anterior suministra el argumento propicio para la aplicación del ABP, en este ambiente. En este orden de ideas, una característica muy común de las problemáticas de enseñanza y aprendizaje que se presentan en la Institución Educativa Manuela Ayala de Gaitán, de la localidad 10 en la ciudad de Bogotá, es descontextualización de los contenidos, por ello la resolución de problemas se utiliza acompañada de estrategias metodológicas concebidas de tal manera que se ajusten a la situación inmediata. Así se satisface al papel formativo de las ciencias naturales que en esta investigación se vincula con el desarrollo de capacidades de los estudiantes para interpretar los fenómenos químicos que suceden en un humedal. Estas capacidades incluyen, como lo manifiesta el MEN (2006), la comprensión de conocimientos científicos y de resolución de problemas vinculados a la vida cotidiana, sin dejar de lado el análisis del contexto social del cual forman parte; el desarrollo de actitudes y valores, de habilidades, tales como el respeto, la valoración de las opiniones, el trabajo en equipo y la valoración crítica del conocimiento (Ministerio de Educación Nacional, 2006).

En este sentido, la habilidad de percibir de forma contextualizada el humedal, se refiere al proceso de tomar conciencia respecto a las relaciones entre el individuo y su entorno, y las potencialidades como escenarios de aprendizaje que éstos configuran. Mientras más conciencia posea un individuo sobre su conexión dinámica con el entorno, será mayor su

capacidad para asumir su responsabilidad con el medio y, por lo tanto, actuar responsablemente.

## **5. MARCO METODOLÓGICO**

Teniendo en cuenta las intencionalidades de la investigación, los fundamentos históricos y epistemológicos, se estructuró el marco metodológico para analizar el grado de desarrollo de las tres habilidades de pensamiento científico desde la perspectiva de reacciones químicas en estudiantes de grado décimo, de la Institución Educativa Manuela Ayala de Gaitán, de la localidad 10 en la ciudad de Bogotá, así:

### **5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN**

La población objeto de estudio se conformó por 28 estudiantes, de los cuales 18 son señoritas y 10 jóvenes, sus edades están comprendidas entre los 15 y 18 años; pertenecientes a la institución educativa Distrital Manuela Ayala de Gaitán, ubicada en la localidad 10 Engativá de la ciudad de Bogotá, Colombia. La investigación se realizó en el contexto académico de la asignatura de química. de grado 1001.

Mediante consentimiento informado los acudientes de los menores de edad objeto de estudio manifestaron estar de acuerdo con la participación de sus hijos en el proceso investigativo y adicionalmente proporcionaron información sobre su estructura socio económica y familiar, de lo que se encontró que la conformación familiar de dichos estudiantes es monoparental para el 60%, que viven en arriendo y que su estratificación socioeconómica es 3.

## 5.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se llevó a cabo en el marco de la metodología cualitativa, interpretativa descriptiva, en la cual las pruebas analizadas en conjunto se describen y se atribuyen razones a las mismas, se caracteriza por la indagación que se realiza en situaciones conocidas por los participantes. Cuando se recolectan los datos, mediante instrumentos (especialmente diseñados) el proceso se realiza de manera fluida, y evitando influir se le da sentido a los fenómenos en términos del significado que ellos les otorgan (Vasilachis, 2006).

La investigación cualitativa desarrolla procesos en términos descriptivos donde se interpretan acciones, lenguajes y hechos relevantes para situarlos y correlacionarlos con el contexto social. La metodología en mención, busca dar cuenta de la perspectiva inicial de los estudiantes hasta sus generalizaciones respecto de un fenómeno; al examinar cómo perciben, interpretan y experimentan los fenómenos químicos, el estado y desarrollo de tres habilidades de pensamiento científico; se enfatiza en sus puntos de vista, interpretaciones y los significados atribuidos desde las reacciones químicas, planeado como un estudio con cuestionarios que permiten conocer y comprender las características iniciales del grupo, para posteriormente, distinguir cómo los estudiantes gestionan lo aprendido en el aula al relacionarlo en un humedal.



**Grafica 1. resumen de las fases de la investigación. Fuente: elaboración propia**

### 5.2.1 Instrumentos

Los instrumentos que forman parte fundamental de la estrategia y de la investigación adelantada, lo constituyen cuestionario inicial, guía para la estrategia de intervención, cuestionario final, entrevista semiestructurada y por último cuestionario de seguimiento en un entorno cotidiano, cada uno de los instrumentos fue aplicado a la totalidad de la población muestra (28 estudiantes), a continuación, se describe cada uno:

### 5.2.2 Cuestionarios

En la elaboración de instrumentos para la recolección de información, los cuestionarios desempeñan la función de indagación, se pueden definir como: los documentos elaborados con la intencionalidad de visibilizar el estado de desarrollo de las variables implicadas en el objetivo de la investigación (García, Alfaro, Hernández, & Molina, 2006).

- ***De indagación de ideas previas (cuestionario 1, inicial)***

En este se busca dar cuenta de las concepciones iniciales de los estudiantes respecto a las reacciones químicas y el estado de desarrollo de las tres habilidades de pensamiento escogidas para la investigación en términos de las expresiones utilizadas por los estudiantes para explicar los fenómenos. (ver anexo 1)

- ***Cuestionario (2), Análisis de fenómenos***

Este cuestionario consta de tres preguntas la cuales buscan que los estudiantes analicen y den cuenta del fenómeno ocurrido entre el bicarbonato y el vinagre, que se provocó en el aula, este trabajo es realizado en grupos pequeños, a este se le llama cuestionario 2, y posteriormente sobre sus respuestas se realiza la entrevista. (ver anexo 2)

- ***Final***

La prueba final se realiza en un ámbito propio de su cotidianidad, en este caso frente a un humedal, contrasta el desarrollo de las tres habilidades de pensamiento científico en consideración a la lectura que frente al humedal hacen los estudiantes en términos de reacción química. (ver anexo 6).

### **5.2.3 Estrategia de intervención**

La estrategia didáctica estructurada para dar cuenta del grado de desarrollo de tres habilidades de pensamiento científico, a saber: exploración de fenómenos, análisis de información referente al fenómeno y recolección de información referente al fenómeno; se

diseñó en términos de la formulación de un proyecto de investigación por parte de los estudiantes de educación media de un colegio distrital de la ciudad de Bogotá, el cual desarrollaron a lo largo del año lectivo de 2018 con acompañamiento de la docente, producto de esta los estudiantes elaboraron un proyecto de investigación sobre un tema de su interés, con una entrega de evidencias cada periodo y en la última entrega realizaron la síntesis de su proyecto (ver anexo 3 y 4 ).

#### **5.2.4 Entrevista**

A través de entrevistas (Hernandez, Fernández, & Baptista, 2014), se indaga acerca del conocimiento que sobre las reacciones químicas han elaborado los estudiantes, y sobre el nivel de desarrollo que alcanzan de las tres habilidades de pensamiento científico referenciadas; la entrevista permitió completar y precisar significados por ellos atribuidos a algunas expresiones y términos en busca de mayor y más completa información sobre el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, especialmente referidas a las tres categorías indagadas (ver anexo 5).

### **6. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Para el tratamiento de la información recolectada se diseñó una matriz de análisis y apoyado en el programa N-vivo 11 ( QSR International Pty, 2015), se crearon nodos (criterios de agrupación según la información recolectada indagara sobre una u otra habilidad de pensamiento científico), para el análisis de dicha información, en términos de frecuencia de palabras utilizadas por los estudiantes para dar cuenta de los fenómenos. De este modo la

descripción sistemática de las categorías y fenómenos, permite generar y perfeccionar categorías conceptuales, descubrir y validar asociaciones entre fenómenos o comparar los constructos y postulados generados a partir de fenómenos observados en distintos contextos, así como las descripciones realizadas por los estudiantes. Durante el proceso de interpretación de datos recogidos en la investigación se tuvo en cuenta que con base en la teoría se dan interpretaciones a los hallazgos. Así mismo, estos datos suministran insumo y flexibilidad para la comprensión de los hechos toda vez que se trata de comprender dentro del marco de referencia del investigado y por lo tanto al ampliar el horizonte de interpretación se permite la participación de los implicados en el estudio (Quecedo & Castaño, 2002).

De las habilidades de pensamiento científico propuestas por el MEN(2006), en la **tabla1** se agrupan aquellas que se tuvieron en cuenta para este estudio y las categorías de análisis que dan cuenta de su desarrollo desde un nivel reproductivo que es aquel en el cual el estudiante utiliza aquellas habilidades que dan cuenta que conoce del concepto de reacciones químicas, hasta aquellas de tipo productivo donde los niveles de desarrollo cognitivo le exigen al educando gestionar la información adquirida hasta el momento y relacionarla con la nueva información que se le presenta.

## **6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CATEGORÍAS Y CRITERIOS DE ANÁLISIS**

A continuación, se desglosan las categorías de análisis que originaron los nodos y que se tuvieron en cuenta para el tratamiento de la información recolectada durante la investigación en lo referente a habilidades de pensamiento científico y de éstas como respuesta al progreso de los estudiantes en cada etapa de la investigación. En cuanto a la estrategia didáctica

utilizada del aprendizaje basado en problemas, esta al permitirle al estudiante gestionar su aprendizaje, se asumen como evidencias de progreso el trabajo en grupo, la búsqueda y utilización de la información para dar respuesta a problemáticas cotidianas y de su entorno respecto al concepto de “Reacciones químicas”.

## **6.2 HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO**

Las habilidades de pensamiento científico entendidas como las capacidades que poseen los estudiantes para poner en práctica sus conocimientos sobre las ciencias, su lenguaje, uso y que son susceptibles de ser evaluadas y evidenciadas, a lo largo del proceso investigativo, se constituyen en el eje a partir del cual se realizan los análisis de resultados de esta investigación.

### **6.2.1 Exploración de fenómenos**

Esta habilidad de pensamiento científico está encaminada a que el estudiante sea capaz de reconocer, diferenciar y describir fenómenos químicos tanto en las situaciones de aula como en un entorno cotidiano. Para definir esta habilidad se deben tener en cuenta ciertas acciones que dan cuenta de su desarrollo. Las acciones que definen esta habilidad son la observación, entendida como la percepción voluntaria planificada y dirigida, cuyo principal objetivo es conocer los fenómenos, así como sugerir los posibles cambios; el proceso que le corresponde es “Reconoce el fenómeno”. La caracterización es otra esta acción a tener en cuenta y se logra cuando se llega a la asimilación de los fenómenos químicos para destacar sus propiedades, rasgos o relaciones esenciales que permiten diferenciarlo de los demás describiendo sus propiedades; su proceso correspondiente es “describe fenómenos”, y por

último la identificación se refiere al establecimiento de la identidad de los fenómenos con base en sus rasgos característicos, su proceso es “Diferencia el fenómeno”; otras acciones que pueden tenerse en cuenta dentro de esta habilidad son la generalización entendida como considerar lo que es común y esencial de los fenómenos y por último la descripción; que es la expresión de las características de los fenómenos y posibilita la respuesta a la pregunta ¿cómo es? (Cañedo & Cáceres, 2014), para esta habilidad el desarrollo cognitivo que se promueve es de tipo reproductivo, y lo que se leerá es en las verbalizaciones realizadas por el estudiante en términos de tener la capacidad de reconocer fenómenos, diferenciar fenómenos y describir fenómenos químicos tanto en el aula de clases como en un ambiente cercano a su cotidianidad (Tabla 1).

De acuerdo con los parámetros enunciados anteriormente, a continuación, se relacionan los instrumentos que se utilizaron para explorar cada uno de los procesos:

Habilidad	Proceso	Instrumentos	
Exploración de fenómenos	Reconoce fenómenos	Cuestionario indagación de ideas previas preguntas 1(a,d); 2(a,b,c,d).	Cuestionario final pregunta 1.
	Diferencia fenómenos	Cuestionario indagación de ideas previas preguntas 1(c); 2(a,b,c,d).	Cuestionario final pregunta 2.
	Describe fenómenos	Cuestionario indagación de ideas previas preguntas 1(e); 2(e,f,g,h,i,j).	Cuestionario final pregunta 1.

**Tabla 2 instrumentos que dan cuenta de los procesos para la habilidad Exploración de fenómenos.**  
**Fuente: elaboración propia**

### 6.2.2 Analizar fenómenos

Las acciones que definen esta habilidad son la demostración, entendida como la capacidad de caracterizar la reacción química provocada en el aula de clase, y la solución al problema propuesto en su proyecto de investigación, para luego argumentar los hechos que corroboran el objeto de demostración; el procedimiento que da cuenta de esta acción es **Propone procedimientos**. La segunda acción a tener en cuenta es el análisis, que corresponde a la descomposición mental de los fenómenos químicos en cada una de sus partes, con el objetivo de comprender su composición y estructura, así como la descomposición en elementos más simples, el procedimiento correspondiente para esta acción es **plantea preguntas** y por último la narración; que se refiere a describir los fenómenos de forma oral o escrita seleccionando el argumento de la narración, como por ejemplo las acciones que acontecen, seleccionando las características que le hagan concreto el argumento, su procedimiento es **determina características del fenómeno**. (Tabla 1).

En general esta habilidad promueve desarrollo cognitivo de tipo productivo, además de ser capaz de determinar características propias de fenómenos químicos el estudiante debe estar en la capacidad de trasladar el conocimiento adquirido a otros entornos y proponer ya sea nuevas maneras de leer el entorno cotidiano o nuevas maneras de interactuar con este.

A continuación, se relacionan los instrumentos que se utilizaron para explorar cada uno de los procesos de esta habilidad:

Habilidad	Proceso	Instrumentos	
Analizar fenómenos	Plantea preguntas	Cuestionario # 2 pregunta 2.	Estrategia de intervención pregunta problema
	Propone procedimientos	Cuestionario # 2 pregunta 3.	Estrategia de intervención pregunta 4
	Determina características del fenómeno	Cuestionario # 2 pregunta 1	Cuestionario final pregunta 4 .

**Tabla 3 instrumentos que dan cuenta de los procesos para la habilidad Analizar fenómenos.**  
**Fuente: elaboración propia**

### 6.2.3 Recolección de información referente al fenómeno

Esta habilidad promueve desarrollo cognitivo de tipo productivo, instando al estudiante a que desarrolle acciones como: la argumentación, referente a las declaraciones hechas con base a razones que permitan reafirmar los planteamientos respecto a los fenómenos químicos, donde acuda por ejemplo a principios químicos que le sirvan de base al razonamiento; el proceso que mide esta acción es **argumenta acerca del fenómeno**. La siguiente acción es la aplicación que indica la utilización de los conocimientos sobre reacciones químicas para obtener otros nuevos conocimientos o profundizar en su entendimiento, el proceso que da cuenta de esta acción es **clasifica información relevante respecto del fenómeno**, y por último la ejemplificación que permite demostrar las generalidades de los conocimientos al ilustrar los conceptos sobre fenómenos químicos con ejemplos concretos, el proceso que da

cuenta de esta acción es **ejemplifica fenómenos**, la manifestación del desarrollo de esta habilidad se leerán en el trabajo realizado al final de la estrategia de intervención y en la visita al humedal donde el estudiante deberá leer los fenómenos químicos que suceden tanto en su proyecto de investigación como en el humedal y dar cuenta en lenguaje químico de las mismas (Tabla 1).

A continuación, se relacionan los instrumentos que se utilizaron para explorar cada uno de los procesos de esta habilidad:

<b>Habilidad</b>	<b>Proceso</b>	<b>Instrumentos</b>	
Recolección de información referente al fenómeno	Clasifica información relevante respecto del fenómeno	Cuestionario de la estrategia de intervención pregunta 5.	Cuestionario final pregunta 4
	Ejemplifica fenómenos	Cuestionario de la estrategia de intervención pregunta 7	Cuestionario final pregunta 5.
	Argumenta acerca del fenómeno	Cuestionario de la estrategia de intervención pregunta 6.	Cuestionario final pregunta 5.

**Tabla 4 instrumentos que dan cuenta de los procesos para la habilidad Recolección de información referente al fenómeno**  
**Fuente: elaboración propia**

### 6.3 Niveles de representación en química.

Johnstone (1982) propone tres niveles de representación en química para su enseñanza, 1. Nivel Macroscópico, que se refiere a las representaciones descriptivas y funcionales que se hacen del fenómeno en cuestión; corresponde a las representaciones mentales adquiridas a partir de la experiencia sensorial directa. Este nivel se construye mediante la información proveniente de nuestros sentidos, basada en propiedades organolépticas, visuales, auditivas y táctiles. Todos los sistemas materiales que manipulamos podemos caracterizarlos mediante descripciones sensoriales que aportan información a este nivel. Por ejemplo, un vaso con un líquido, un vaso vacío o un vaso con un polvo se perciben de esa forma, al asignar características para su descripción, si en cambio por el contrario se interpreta que el líquido puede estar puro o ser una solución, que el vaso vacío está lleno con una solución gaseosa (aire) o que el polvo es una mezcla imperceptible con una composición dada ya no son percepciones directamente inferidas de tipo macroscópico. 2. Nivel Submicroscópico o de representación de los modelos de esquemas de partículas, átomos, iones, reacciones, utilizados para ilustrar didácticamente los cambios ocurridos; según Johnstone, hace referencia a las representaciones abstractas, modelos que tiene en su mente un experto en química asociados a esquemas de partículas. Ejemplos de este nivel son las imágenes de esferitas que se utilizan para describir el estado sólido de una sustancia pura, o sus cambios de estado, o sus transformaciones químicas, que se corresponden con una representación mental de lo que sucede según el modelo particulado de la materia. y; 3. Nivel Simbólico, que explica a través de las ecuaciones y fórmulas químicas los fenómenos, involucraría formas de expresar conceptos químicos mediante fórmulas, ecuaciones químicas, expresiones matemáticas, gráficos, definiciones (Galagovsky, Rodríguez, & Stamatí, 2003).

Para indagar sobre el reconocimiento y utilización de estos niveles de representación en los resultados, se enlistan los instrumentos aplicados a lo largo de la investigación, que podrían brindar esta información, así:

Instrumento	Nivel	Nivel	Nivel
	Macroscópico	Simbólico	Submicroscópico
Indagación de ideas previas pregunta 1 de la <b>a</b> a la <b>e</b> .  Pregunta 2 de la <b>a</b> a la <b>d</b>			
Indagación de ideas previas pregunta 2 de la <b>e</b> a la <b>j</b>			
Cuestionario # 2 preguntas 1,2 y 3			
Cuestionario estrategia de intervención preguntas 5,6 y 7			
Cuestionario estrategia de intervención preguntas 6 y 7			
Cuestionario estrategia de intervención pregunta 5			
Cuestionario final preguntas 1,2,3,4,y,5			
Cuestionario final preguntas 3,4 y 5			
Cuestionario final pregunta 5			

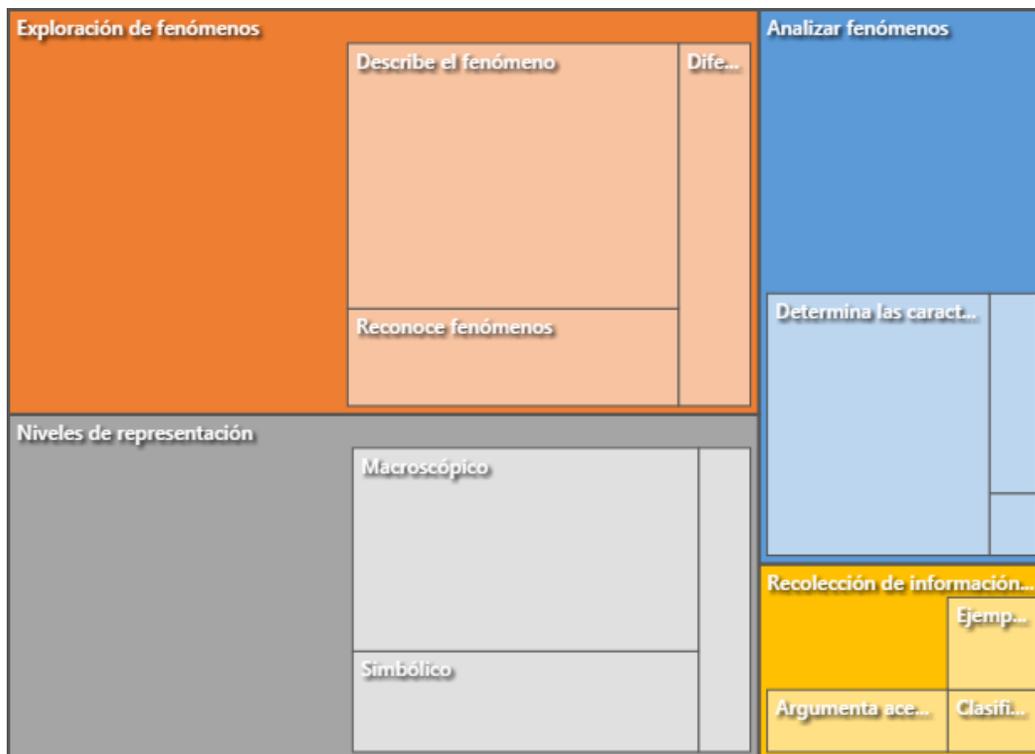
**Tabla 5 instrumentos que dan cuenta de los niveles de representación**  
Fuente: elaboración propia

## 7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

El programa de análisis *N-vivo* 11 ( QSR International Pty, 2015), propicia un acercamiento a la comprensión de la complejidad de los datos y a la triangulación de las categorías con el contexto, permitiendo la flexibilidad y fiabilidad, de la interpretación.

La información obtenida fue procesada y categorizada mediante el programa en mención y los resultados que los muestra en gráficas y nubes de palabras se interpretaron sus significados en términos de desarrollo de pensamiento científico, en especial desde las tres habilidades que centraron la investigación.

### 7.1 CODIFICACIÓN DE NODOS



**Tabla 6 nodos de análisis de la información Fuente: ( QSR International Pty, 2015)**

En la **tabla 6** se muestran los nodos o categorías que se crearon en el programa Nvivo 11 (QSR International Pty, 2015), para el análisis de los resultados, en ella se destaca que el área de cada uno de los nodos es diferente, está en función de la cantidad de información codificada para cada nodo. Obsérvese que las de mayores áreas (anaranjada, azul y amarilla) corresponden a las habilidades de pensamiento científico investigadas. Dentro de cada una de estas áreas aparecen las correspondientes a los procesos propios de ellas analizados. Estas representan la relación de información procesada para cada uno de esos eventos. El área de color gris corresponde al proceso de interpretación de los niveles de representación de Johnstone. La relación de referencias para los procesos analizados fue, para “describe el fenómeno” 28 referencias de codificación; para “diferencia el fenómeno” 16 y para “reconoce el fenómeno” 20, para “plantea preguntas” 6; “propone procedimientos” uno y para “determina características del fenómeno” 18 referencias; para “clasifica información relevante respecto del fenómeno” 2; para “ejemplifica fenómenos” 3 y para “argumenta acerca del fenómeno” 8. Con cada uno de los nodos reportados en la gráfica anterior, se crearon nubes de palabras y graficas que dan cuenta de la codificación y del significado de los mismos. Con esta precisión, la clasificación de los nodos y acudiendo a las tablas (2,3,4,5), se procedió a la elaboración de las nubes de palabras así:





esto podría justificarse en que tienden a describir los fenómenos con base en lo observable. De esta información lo que se evidencia es que el estudiante está en la capacidad de reconocer fenómenos químicos narrando lo ocurrido en una reacción química reproducida en el aula de clases haciendo uso de lenguaje cotidiano en la descripción de fenómenos con base en lo que perciben por sus sentidos (Pozo, Gómez, & Limón, 1991), por lo tanto en esta etapa inicial el desarrollo de esta habilidad es de tipo reproductivo puesto que los estudiantes se aproximan al entendimiento de las reacciones químicas cuando las reproducen en el aula.

### 7.2.2 Nodo: proceso reconoce fenómenos-final



Imagen 3: Nube de palabras proceso reconoce fenómenos-final Fuente: ( QSR International Pty, 2015).

En el cuestionario final se incita a los estudiantes a desarrollar un proceso cognitivo de tipo productivo con la pregunta 1 ¿qué fenómenos observan en el humedal? se encuentra que las palabras más utilizadas son descomposición, fotosíntesis, hojas humedad, plantas, olores, de esto se deduce que reconocen fenómenos químicos en el humedal, pero se mantienen en





humedal? Los estudiantes dan cuenta en su mayor parte de fenómenos biológicos, con respuestas como humedad, plantas, ramas, clima, insectos, patos, aves; a la pregunta ¿Cómo los podría clasificar? Responden físicos y químicos para sustentar que se trata de fenómenos químicos utilizan palabras como transformación de materia, hojas de diferentes colores, hojas con agujeros, césped mojado, plantas, olor diferente, este tipo de respuestas corresponde con Anderson (1990) quien afirma que los estudiantes consideran cambio químico una modificación en la cual la sustancia varia su apariencia (citado en Raviolo, Garritz, & Sosa, 2011), se podría inferir que están familiarizados con el humedal desde una perspectiva biológica, y alcanzaron poco desarrollo cognitivo de orden productivo, ya que se esperaba que determinaran la identidad de los fenómenos químicos, evidenciado en el abordaje desde el lenguaje químico, como por ejemplo con la formulación y representación de aquellos fenómenos que se diferenciaron como químicos dentro del humedal (Cañedo & Cáceres, 2014).

### **7.2.5 Nodo proceso describe el fenómeno-inicial**

La información recolectada en este nodo dio cuenta de las descripciones de los estudiantes dados a fenómenos químicos que se replicaron en el aula.

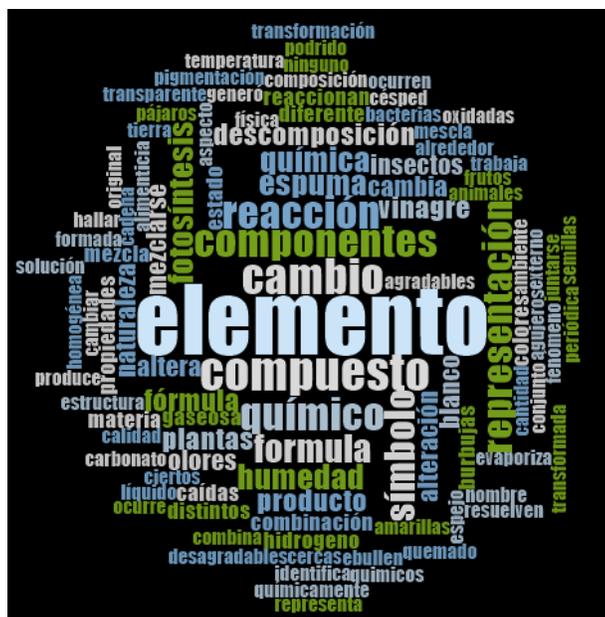


Imagen 6: Nube de palabras proceso describe el fenómeno inicial. Fuente: ( QSR International Pty, 2015)

La nube de palabras corresponde a las respuestas a 7 preguntas de los cuestionarios de ideas previas y 6 entrevistas a los grupos de estudiantes, brinda información sobre las características que los estudiantes le atribuyen a la reacción química reproducida en el aula, ellos afirman que es un cambio en las propiedades, transformación por acción de la temperatura, alteración de una sustancia, mezcla de elementos, se podría inferir que tienen nociones del proceso de formación de nuevas sustancias en una reacción química, con imprecisiones de la composición sustancial. En las entrevistas se les pide precisar términos utilizados por ellos al describir el fenómeno entre el bicarbonato y el vinagre argumentan que las burbujas provienen de un proceso de fermentación entre el vinagre y el bicarbonato, que estas generan presión, que necesitan saber cuáles son los elementos que interactúan en el fenómeno. Este tipo de aseveraciones son las que llevan a corroborar la confusión en cuanto a la naturaleza corpuscular de la materia y sus interacciones, también se resalta el uso de lenguaje impreciso al utilizar indistintamente las palabras elemento y compuesto, lo cual denota confusión en cuanto enlace químico. (González & Crujeiras, 2016). Por lo expuesto

anteriormente se infiere que el desarrollo de esta habilidad es de tipo reproductivo, por cuanto acuden indistintamente a términos incorporados desde sus consultas de fuentes de información o desde su conocimiento cotidiano.

### 7.2.6 Nodo proceso describe el fenómeno-final

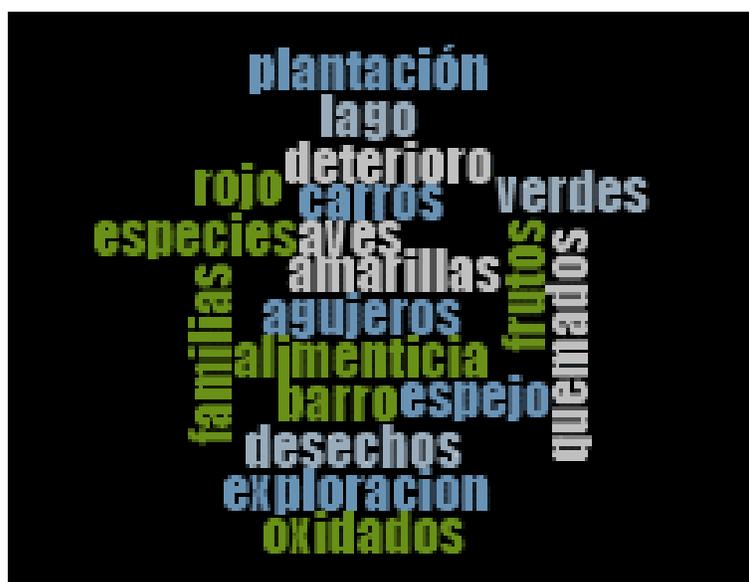


Imagen 7: Nube de palabras proceso describe el fenómeno final. Fuente: ( QSR International Pty, 2015)

En lo referente al contraste con los fenómenos descritos del humedal, se limitan al uso de lenguaje común para referirse a lo que sucede en este ambiente como por ejemplo oxidados, deterioro, desechos, quemados, especies, familias tierra, entre otros, en la nube de palabras se observa que el tamaño de las palabras es muy uniforme, indicando uso en general de términos similares para describir los fenómenos hallados en el humedal, se infiere que además de describir los fenómenos con base en lo que les es conocido, también incluyen interpretaciones que ellos elaboran, en este punto se esperaba que hicieran descripciones más elaboradas, atendiendo a lo expuesto por Caamaño (2011) quien resalta la importancia de



Las palabras con mayor tamaño son: agua, vinagre, reacción, compuesto, físicos químicos, carbono, hojas, fenómeno, estos resultados son dados por el proceso determina características del fenómeno, ya que los estudiantes se restringieron a describir los fenómenos observados sin mayor profundidad en sus análisis, lo que se observa es una lista de cualidades de los fenómenos y en letra más pequeña están aquellas preguntas que ellos diseñan como necesidades aclaratorias para comprender y explicar los fenómenos planteados a lo largo de la investigación, de esto se puede inferir que la información se está presentando a modo de islas, sin secuencialidad lógica en el discurso y por lo tanto no se evidencia una progresión en la habilidad para analizar fenómenos (Solsona & Mercé, 1999).

### 7.3.1 Nodo proceso plantea preguntas-inicial

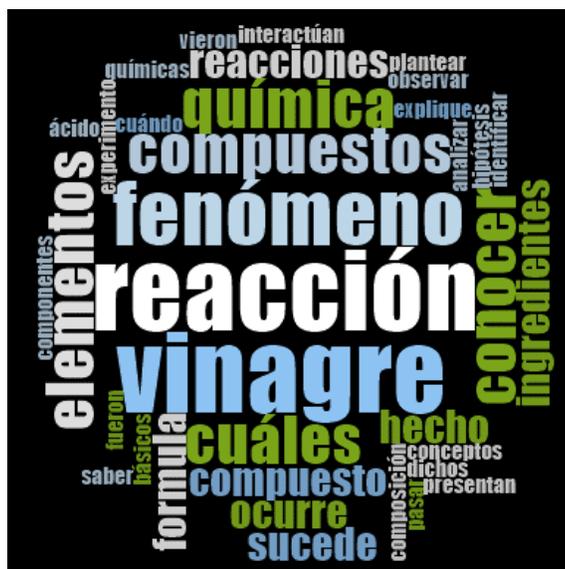


Imagen 9: Nube de palabras proceso plantea preguntas. Fuente: ( QSR International Pty, 2015)

En este proceso se busca que los estudiantes estén en la capacidad de proponer preguntas sobre los fenómenos observados en cada etapa de la investigación, para luego sobre esas preguntas construir significados a los fenómenos, en la nube se destacan las palabras relación, vinagre, fenómeno compuestos, conocer, cuales elementos y química, estas palabras fueron

las más utilizadas por los estudiantes para formular preguntas en las que indagaban sobre el problema de la comprensión de la reacción reproducida en el aula y para entender los elementos y componentes de los “ingredientes” de la reacción, se evidencia que los estudiantes elaboran explicaciones diferentes a las aceptadas por la comunidad científica conservando las ideas alternativas, y por lo tanto construyendo significados alternativos como lo afirma (Galagovsky & Bekerman, 2009), citando a (Barker, 2000; Taber, 2002; Talanquer, 2006), por lo tanto se puede inferir que cuando los estudiantes tienen una interacción manipulativa con los fenómenos les es más fácil relacionarlos con su estructura cognitiva previa y por lo tanto diferenciarlos hasta cierto punto, pero con imprecisiones en su lenguaje lo que denota una baja apropiación del conocimiento, tal como lo afirma (Lemke, 1990), por lo tanto el desarrollo de este proceso es de tipo reproductivo.

### 7.3.2 Nodo proceso plantea preguntas-intervención

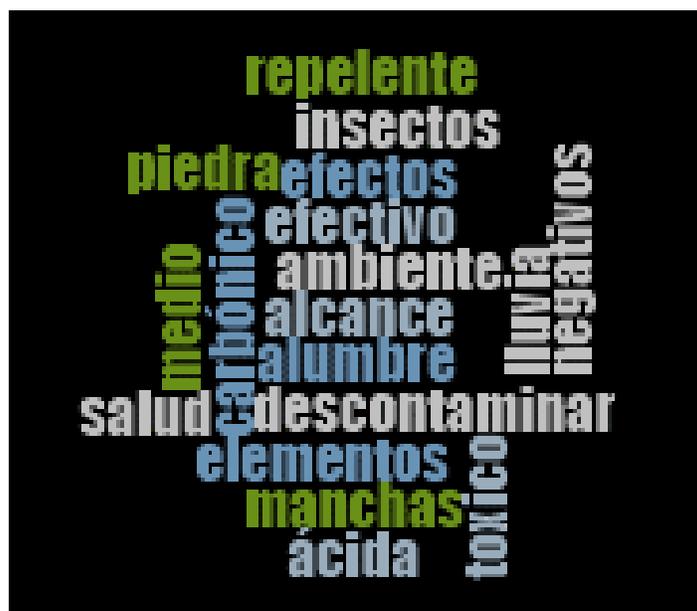


Imagen 10: Nube de palabras proceso plantea preguntas. Fuente: ( QSR International Pty, 2015)

En la nube se observan palabras que corresponden a la pregunta problema, sobre una situación cotidiana, formulada por los estudiantes en su proyecto de investigación, durante el desarrollo de su investigación se enfocaron en resolver esa pregunta en grupos de trabajo, las preguntas que plantearon se encaminaron al entendimiento y resolución de la situación presentada. Dentro de las preguntas propuestas por los estudiantes se tienen ¿es posible purificar agua con elementos a nuestro alcance y hacer uso de ella de nuevo?; ¿cuál jabón es más efectivo?; ¿se puede construir un filtro para descontaminar el aire de gas carbónico?; ¿se puede purificar el agua con piedra alumbre?; ¿cómo crear un repelente de insectos “natural” con clavos de olor? La elaboración de preguntas es el punto de partida para el ABP, por lo tanto, representa un paso muy importante en el proceso de transferencia de habilidades y conocimientos adquiridos al mundo real y de desarrollo de procesos de tipo productivo (Cañedo & Cáceres, 2014). En la estructura de las preguntas se destaca el uso del concepto “elementos” para referirse a minerales, también el uso de nombres comunes para el alumbre de potasio, sin hacer mención a su estructura o propiedades químicas, también el prefijo “natural” como atributo de no perjudicial, de lo anterior se puede inferir que existe dificultad en la construcción de preguntas amplias que motiven, guíen y permitan a los estudiantes descubrir la información requerida en sus proyectos de investigación (reacciones químicas), en lo referente a la aproximación a la química se mantienen en un nivel de desarrollo de habilidades de tipo reproductivo, pues aunque el proyecto de investigación se formuló apoyados en consultas de bibliografía, su escritura sobre los fenómenos sigue siendo débil, puesto que se valen de lo que ya conocen, por lo tanto sus explicaciones son parciales y se caracterizan por el uso de lenguaje inexacto y ambiguo, esto podría ser atribuido



realizadas por ellos, esta es la razón por la que sobresalen las palabras dióxido de carbono, vinagre, acetato de sodio, burbujas, reacción química, cuando se insta a los estudiantes a consultar sobre un fenómeno para posteriormente describir lo que sucede fundamentándose en lo que observa, consulta y entiende, se permite que haya interacción conceptual dado que construyen su conocimiento, y para que sea efectivo hace falta que se brinden suficientes oportunidades y apoyo para que haya reflexión y posterior apropiación conceptual. (Pérez, Pablo, & Salinas, 1999), siendo esta la finalidad del trabajo realizado se evidencia prevalencia del uso de lenguaje cotidiano, por lo tanto este proceso se mantiene en un nivel de desarrollo reproductivo.

#### 7.3.4 Nodo proceso propone procedimientos-intervención

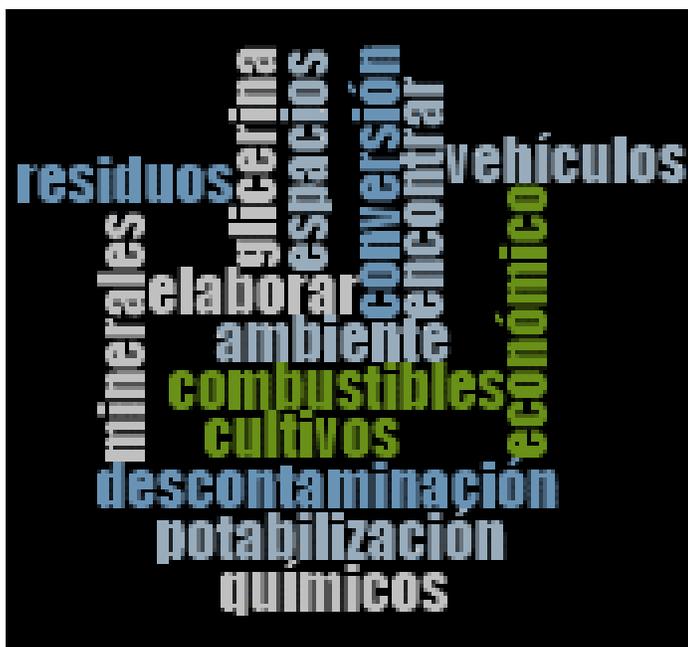


Imagen 12: Nube de palabras proceso propone procedimientos-intervención Fuente: ( QSR International Pty, 2015)

La nube 12, se conformó por la respuesta dada a los estudiantes en la síntesis de su proyecto de investigación donde se solicitaba que escribieran la solución al problema de investigación propuesto, como este trabajo se realizó en grupos de 6 estudiantes, no hubo

coincidencias en las palabras por ello todas tienen el mismo tamaño, dentro de las propuestas están, reducir el nivel de azufre en los combustibles para disminuir la contaminación ambiental; elaborar un repelente a base de clavo de olor y glicerina que no sea perjudicial para la salud; realizar un purificador de aire para los espacios cerrados; encontrar el mejor jabón que no contamine; reducir los químicos en los cultivos. Se les orientó a los estudiantes que su propuesta de solución, fuese realizable, para que guiara el proceso investigativo, y a través de esta caracterizar más adelante las reacciones químicas ocurridas en su proyecto valiéndose de argumentaciones que permitan explicar los hechos encontrados y que se corroboren con la demostración o producto de su proyecto. Lo que se encuentra es que cuando se les pide hacer un ejercicio más analítico haciendo acopio de nuevas maneras de significar su cotidianidad se restringen a lo que encuentran en las fuentes de consulta sin argumentar acerca del fenómeno, en cuanto a que solo se limitan a la exposición de la teoría encontrada en sus fuentes de consulta, sin apropiarse, de los datos obtenidos y la narrativa de su explicación, por ello les cuesta realizar procesos de orden productivo así como elaboración de razonamientos donde relacionen sus argumentos para explicar el fenómeno (Cañedo & Cáceres, 2014), por lo tanto este proceso se mantiene en un desarrollo de tipo reproductivo.



las mismas conocer conceptos como materia, sustancia, sistema, transformaciones, estructura, propiedades (Raviolo, Garritz, & Sosa, 2011), por lo tanto se puede deducir que hace falta un trabajo mayor en la comprensión de estos conceptos, ya que este proceso se encuentra en un desarrollo de tipo reproductivo.

### 7.3.6 Nodo proceso determina características del fenómeno-final



Imagen 14: Nube de palabras proceso determina características del fenómeno-final. Fuente: ( QSR International Pty, 2015)

Este nodo se conforma En la nube de palabras (imagen 14), sobresalen las palabras: descomposición, fotosíntesis, contaminación, pigmentación, metabolismo, combustión, biológicos, depuración, estas son las características de los fenómenos químicos que los estudiantes encontraron en el humedal. Se esperaba que en este nivel de argumentación describieran ordenadamente de manera oral o escrita, las relaciones encontradas en los fenómenos químicos encontrados en el humedal, de manera que encontraran relaciones entre unos y otros. Lo que se observa es que reconocen algunos fenómenos químicos, pero a la

hora de determinar sus características se limitan a decir que son fenómenos químicos sin proporcionar mayores explicaciones, por lo tanto los análisis hechos por los estudiantes sobre los fenómenos químicos encontrados en el humedal se limitan a describir lo observado en función de su aprovechamiento, sin mayor profundidad ni relación directa al lenguaje propio de la química lo que se puede explicar por el hecho que se considera la sustancia como material relacionado con algún tipo de utilidad y por ello predominan análisis de fenómenos químicos en términos de agua porque tiene una fórmula química, musgo por que retiene el exceso de humedad, fotosíntesis en las plantas por que captan dióxido de carbono (Furió & Furió, 2000)

En el proceso de determinar las características del fenómeno con el cuestionario final, se pretende identificar el logro de el desarrollo de procesos cognoscitivos de orden productivo, para que esto suceda es necesario que se produzca la modificación y remodelación de las estructuras cognitivas existentes, mediante la internalización y adaptación de la nueva información, esto se sustenta en lo expuesto por (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1967), quien afirma que para que el aprendizaje sea significativo, además de tener en cuenta el entorno del estudiante es necesaria la adaptación del comportamiento intelectual y este puede darse de dos formas por asimilación y por acomodación, en el primer caso el estudiante buscará determinar características de los fenómenos de acuerdo a lo que ya conoce, en el segundo caso la nueva información generara un desequilibrio por ser contradictoria con lo conocido, o por no contar con los conocimientos para explicarlo, lo que genera una acomodación a fin de poder dar significado a la nueva situación planteada, al tiempo que permite que la nueva estructura cognoscitiva se nutra del aprendizaje nuevo y se ubique en el acervo de conocimientos del sujeto (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1967), para que este aprendizaje se evidenciara como significativo de acuerdo a lo expuesto anteriormente hace falta más trabajo,

y compromiso por parte de los estudiantes y con los estudiantes, por ello no solo el material propuesto es importante, también la disposición para el aprendizaje por parte de los estudiantes.

#### **7.4 Nodo recolección de información referente al fenómeno**

Esta habilidad insta al desarrollo cognitivo de tipo productivo, y se caracteriza por ser necesario que el estudiante realice de manera planeada y ordenada, esta recolección de información con el fin de que las afirmaciones a que diera lugar sean coherentes tanto con el problema planteado como a la hora de otorgar validez a las mismas, al aplicarlo en un proceso investigativo, se puede afirmar que el éxito de la investigación dependerá de la rigurosidad en la escogencia de las fuentes de información y por lo tanto en el dominio conceptual alcanzado por parte de los estudiantes sobre los fenómenos estudiados, este nodo se obtiene del proyecto de investigación realizado por grupos de estudiantes, cuando se les solicita que identifiquen y argumenten sobre las reacciones químicas encontradas en la solución al problema que proponen en su proyecto. En las reacciones químicas reportadas por los estudiantes al finalizar su proyecto de investigación se puede leer que aún después de un trabajo realizado durante el año escolar (proyecto de investigación), propuesto por ellos y guiado por la docente, hace falta mayor compromiso, trabajo y posiblemente tiempo para que la temática sea comprendida, y para que la interpretación de la información recolectada sea leída desde un lenguaje que denote su comprensión del fenómeno.



#### 7.4.1 Nodo proceso clasifica información relevante respecto del fenómeno-intervención

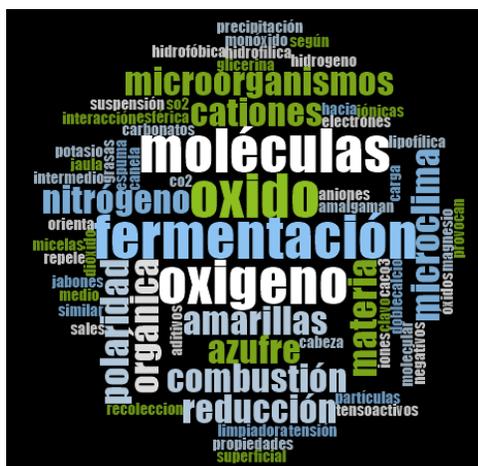


Imagen 16: Nube de palabras proceso clasifica información relevante respecto del fenómeno-intervención. Fuente: ( QSR International Pty, 2015)

Este proceso pretende que el estudiante busque información, luego seleccione las fuentes más apropiadas, para elaborar explicaciones a los fenómenos, apoyados en información primaria u observaciones directas de los fenómenos para luego contrastar y configurar mejor las explicaciones con fuentes de información secundaria, entendidas estas como la información disponible en libros, textos, artículos e internet (Instituto colombiano para el fomento de la educación superior, 1999).

Las palabras que sobresalen en la nube son: moléculas, oxido, fermentación, oxígeno, amarillas, azufre, combustión reacción. Estas provienen de las reacciones que identifican en la solución al problema que trabajaron durante el año como proyecto de investigación, se les instó a utilizar fuentes de información primaria para luego contrastarla con lo que encontraban en fuentes secundarias, el rigor de búsqueda se dejó a elección de ellos y cuando se les indagó en la entrevista sobre los parámetros seguidos para seleccionar la información dijeron que solo buscaron por internet y transcribieron la información que creyeron respondía

las preguntas, esto es notable pues describen los productos de una reacción para dar cuenta de ella y hasta se atrevieron a colocar algunas fórmulas de compuestos, pero sin especificar la relación entre los reactivos y los productos, se destaca de la narrativa de los estudiantes la enunciación de las sustancias utilizadas para obtener un producto, por ejemplo la solución propuesta por un grupo de estudiantes a los malos olores fue fabricar un aromatizante natural y en las reacciones dicen clavos, canela, alcohol, fermentación, de esto se deduce que entienden como “natural”, al aprovechamiento de las propiedades aromatizantes de sustancias de uso cotidiano, corroborando lo expuesto por (Furió & Furió, 2000), los alumnos consideran a la sustancia o al material como portadora de características específicas perceptibles, con lo que se infiere que existen dificultades en la percepción de la naturaleza de las sustancias y de los cambios que puedan ocurrir en ellas. Este proceso a pesar de instar al desarrollo de habilidades de tipo productivo, se mantiene en un tipo reproductivo.

#### 7.4.2 Nodo proceso clasifica información relevante respecto del fenómeno-final.

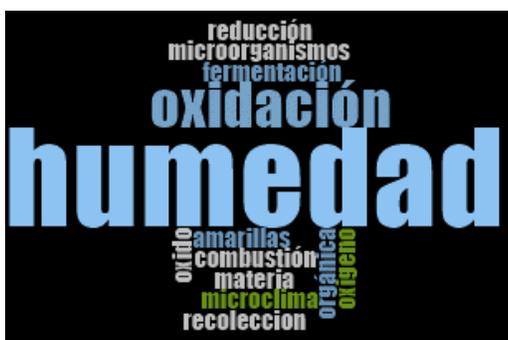


Imagen 17: Nube de palabras proceso clasifica información relevante respecto del fenómeno-final. Fuente: ( QSR International Pty, 2015)

La imagen 17 se obtiene a partir de las respuestas aportadas por los estudiantes al cuestionario final pregunta ¿qué reacciones químicas pueden identificar?, se encuentran

respuestas como: exceso de humedad, oxidación, combustión, hojas amarillas, fermentación por microorganismos, microclima, aunque también se les instó a utilizar fuentes de información, se puede deducir que basaron sus descripciones en ideas aceptadas y evidencia indirecta, como por ejemplo el proceso de fermentación no se puede evidenciar a simple vista, pero por la aparición de burbujas en el agua, asumieron que hay microorganismos que producen esta fermentación, o en el caso de la oxidación por la aparición de manchas en metales o la combustión por ver un tronco quemado, estas frases utilizadas para dar cuenta de las reacciones encontradas en el humedal parece que obedecen a la aceptación de los fenómenos porque así ha aprendido que deban ser, más su significado en términos químicos está lejos de ser apropiado (Furió & Furió, 2000), así esta habilidad se mantiene en un nivel de desarrollo reproductivo.

#### 7.4.3 Nodo proceso ejemplifica fenómenos- intervención



Imagen 18: Nube de palabras proceso ejemplifica fenómenos-intervención. Fuente ( QSR International Pty, 2015).

Las palabras con mayor tamaño son: gas, reducción, sustrato y se pueden identificar algunas fórmulas químicas (el programa de análisis configura automáticamente la escritura por ello están en minúscula), de estos resultados se deduce que los estudiantes conocen que las representaciones de las fórmulas sirven para identificar sustancias, pero no dan cuenta de

la representación de una reacción completa en términos de reactivos y productos, estos hallazgos corresponden a lo expresado por Pozo (1993) quien afirma que la química es de difícil comprensión para los estudiantes por lo abstracto de sus conceptos y la dificultad que reviste el trasladar a nuevos contextos esos conocimientos y por lo tanto hay ideas que permanecen aún después del paso por varios cursos de química, por lo tanto, los estudiantes permanecen en un nivel de desarrollo reproductivo para este proceso con un ligero avance en la representación de fórmulas.

#### 7.4.4 Nodo proceso ejemplifica fenómenos-final



Imagen 19: Nube de palabras proceso ejemplifica fenómenos-final. Fuente ( QSR International Pty, 2015).

La imagen 19 se conforma por las respuestas dadas por los estudiantes a la pregunta número 5 del cuestionario final, en la que se les pide a los estudiantes que escojan una reacción química en el entorno cotidiano y den cuenta de ella, la predominancia de respuestas aportadas por los estudiantes fue la fotosíntesis, la que describieron como un proceso en el que las plantas producen su alimento, transformando luz solar, dióxido de carbono y nutrientes en azúcar, lo esperado era que los estudiantes representaran las reacciones que den

cuenta del proceso, para de esta manera ilustrar los conceptos sobre fenómenos químicos. Furió & Furió (2000), hablan del realismo ingenuo explicando que estas descripciones de la reacción encontrada en el entorno natural pueden deberse a que los estudiantes perciben como real solo lo que pueden detectar los sentidos así para ellos es real que ocurre fotosíntesis por lo estudiado o consultado, al enfrentarlo a un entorno natural se les dificulta leerlo como un fenómeno químico, por lo que se convierte en un realismo ingenuo y por ello declaran descripciones básicas sobre el fenómeno, sin abordarlo en términos de reacciones. Este proceso se mantiene en un tipo de desarrollo reproductivo.

#### 7.4.5 Nube de palabras proceso argumenta acerca del fenómeno-intervención

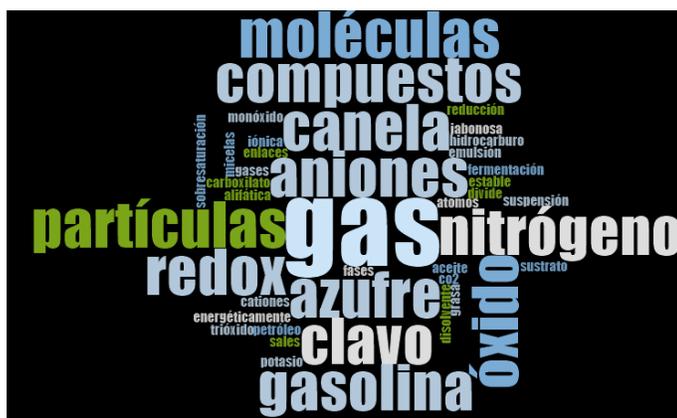


Imagen 20: Nube de palabras proceso argumenta acerca del fenómeno-intervención Fuente ( QSR International Pty, 2015).

La imagen 20 está formada por la respuesta a la pregunta 6 del cuestionario de intervención, en esta se les pedía a los estudiantes que explicaran cada reacción ocurrida en la solución de su problema de investigación, se esperaba que los estudiantes argumentaran sobre estas reacciones y las explicaran utilizando lenguaje químico, por ejemplo reconociendo los reactivos y los productos; formulando compuestos y haciendo explícito representacionalmente las interacciones de la formación de otras sustancias. Lo encontrado

fue verbalizaciones de las reacciones generales, sin utilizar representaciones, se valen de una mezcla de lenguaje cotidiano con lenguaje químico y así indistintamente utilizan los términos, partículas moléculas, compuestos, aniones, para dar cuenta de las reacciones que ocurren en su proyecto, realmente no expresan reacciones sino como lo expresan Chastrette y Franco (1991) asumen la interacción entre los reactivos como una simple mezcla, por lo expresado anteriormente el desarrollo de este proceso se mantiene en un nivel reproductivo.

#### 7.4.6 Nube de palabras proceso argumenta acerca del fenómeno-final

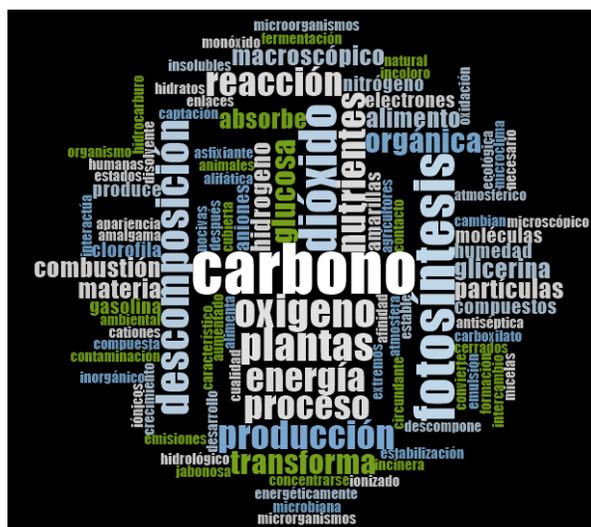


Imagen 21: Nube de palabras proceso argumenta acerca del fenómeno-final. Fuente ( QSR International Pty, 2015)

Las palabras con mayor tamaño son: carbono fotosíntesis, dióxido, descomposición, oxígeno, plantas, energía, nutrientes, proceso, producción, reacción; entre otras, denotando que los argumentos de los estudiantes para dar cuenta de las reacciones químicas identificadas, son aquellos referidos a la fotosíntesis, como fenómeno químico encontrado en el humedal. Este proceso de argumentar acerca del fenómeno como se refiere a las declaraciones hechas por los estudiantes que reafirman sus planteamientos sobre fenómenos químicos, y se puede inferir que las argumentaciones son escasas, puesto que se basan en los conceptos sobre el fenómeno que ellos conocen con anterioridad, o que son culturalmente



descripciones hechas pertenecen al nivel macroscópico de la materia, muy posiblemente esto de deba a que para los estudiantes los fenómenos químicos se pueden explicar desde lo percibido por sus sentidos, lo observable, lo tangible, es decir desde el nivel de representación macroscópico (Furió & Furió, 2000).

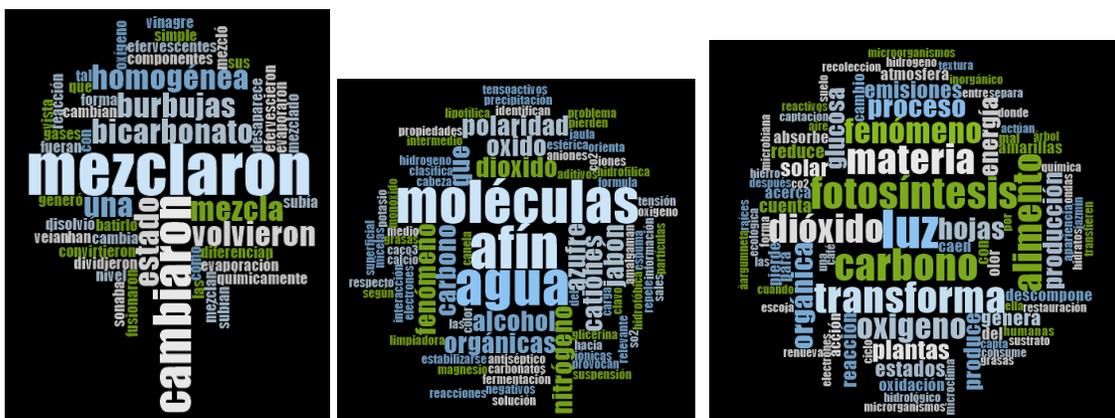
### 7.5.1 Nodo nivel de representación macroscópico-inicial



Imágenes 23, 24, 25: Nubes de palabras nodo nivel de representación macroscópico-inicial-intervención y final Fuente ( QSR International Pty, 2015)

Se muestran tres gráficas de tres momentos de la investigación, en orden: inicial, intervención y final. Las palabras que más sobresalen son: químico, reacción, compuesto, sustancias, mezclar, cambio, elementos, ingredientes, fotosíntesis, descomposición, hojas, agua, plantas estas palabras dan cuenta de la descripción de fenómenos químicos en la reacción en el aula de clase, en su proyecto de investigación y por último en el humedal, las descripciones las realizaron a partir de su interacción experimental con las sustancias y a partir de sus conocimientos describieron las características observables de las mismas, se podría inferir que los estudiantes tienen un conocimiento aproximado a la descripción desde un nivel macroscópico de la materia, ya que se limitan a describir lo que pueden observar sin interiorizar y comprender la información obtenida mediante la consulta de fuentes de información.

## 7.5.2 Nodo nivel de representación submicroscópico-inicial-intervención-final



Imágenes 26,27,28: Nube de palabras nodo nivel de representación submicroscópico inicial-intervención-final. Fuente ( QSR International Pty, 2015)

Las palabras más sobresalientes son mezclaron, cambiaron, bicarbonato, burbujas, homogénea, moléculas, afín, agua, polaridad, fotosíntesis, luz, carbono transforma oxígeno, estas nubes surgen en orden: cuestionario inicial, estrategia de intervención y cuestionario final, la intensidad no manifiesta de los cuestionarios aplicados es que los estudiantes llegan a una descripción desde el reordenamiento de los átomos y posterior formación de nuevas sustancias, cuando se les pide que identifiquen y expliquen las reacciones químicas, lo que se encuentra es que los estudiantes tienen dificultades para expresar razonamientos desde el nivel de representación submicroscópico por no ser tangible para ellos y por falta de claridad en cuanto a la naturaleza corpuscular de la materia, ya que si los estudiantes reconocieran este nivel de representación lo expresarían fortaleciendo sus descripciones con que las sustancias están formadas por átomos, iones y moléculas, identificando en cada caso de que tipo de entidad se trata. Se puede inferir que esto sucedió por la dificultad que representa el entendimiento de la reactividad química a nivel submicroscópico en el que las descripciones de los estudiantes son limitadas (Furió & Furió, 2000), adicionalmente aún hay entidades químicas cuyas características submicroscópicas son atribuidas a las macroscópicas por lo



## 8. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación, se puede afirmar que:

Desde el punto de vista cognitivo en cuanto al desarrollo de las habilidades de pensamiento científico los estudiantes no superaron el nivel reproductivo de acuerdo a lo manifestado en su lenguaje, se estima una aproximación a los conceptos de la reacción química, debido a que se les dificultó establecer relaciones entre los elementos conceptuales incorporados mediante la estrategia de aula y el reconocimiento de estos mismos en un entorno cotidiano.

En la habilidad exploración de fenómenos a los estudiantes se les dificultó reconocer y describir las reacciones químicas que observaron en la experiencia de aula, en su proyecto de investigación y en el entorno cotidiano. En cuanto al lenguaje hubo dificultades para expresar explicaciones de manera escrita, se evidenció una incorporación parcial del lenguaje químico y descripción de atributos de las reacciones en términos de lo observable, expresado en lenguaje cotidiano, con interpretaciones elaboradas desde su conocimiento, como lo sugiere Meneses, Lacolla, & Valeiras (2014), los estudiantes recurren a su conocimiento para resolver situaciones científicas del ámbito escolar, proporcionando características generales sobre las reacciones químicas, sin abordar las interacciones a nivel corpuscular o representarlas, por ello se concluye que esta habilidad se mantuvo en un desarrollo de tipo reproductivo.

Para la habilidad analizar fenómenos, los estudiantes refieren la ocurrencia de reacciones químicas, sin mayor conexión entre esas reacciones que identificaron (en el ejercicio del aula, en su proyecto de investigación y finalmente en un humedal), con los reactivos implicados y

productos de cada una, se limitan a explicar el proceso como un todo en el que la verbalización mantiene incoherencias en las explicaciones como por ejemplo la idea que para que ocurra una reacción química es necesario mezclar o poner en contacto dos sustancias, sin reconocer o relacionar el tipo de sustancias, y que una mezcla químicamente es diferente de una combinación. La terminología predominante en referencia a las reacciones es de tipo macroscópico, hay carencia de procesos inferenciales en la construcción de argumentaciones, por lo que se considera que el grupo no superó el nivel de pensamiento reproductivo para esta habilidad.

En la habilidad recolección de información referente al fenómeno, los estudiantes se mantuvieron en un desarrollo cognitivo de tipo reproductivo puesto que durante todo el proceso responden ante las situaciones que se les plantean, recurren a las representaciones que ya conocen, mezclan en su lenguaje algunos términos y fórmulas tomadas de las fuentes de consulta, dando como resultado la aceptación y argumentación sobre las reacciones químicas en términos de procesos que ocurren porque así debe ser, más su significado en términos químicos se infiere está lejos de ser incorporado, siguen basándose en lo perceptivo, en lo cotidiano y en el significado que el contexto le otorga.

En cuanto a la estrategia ABP, los estudiantes se mostraron receptivos, manifestaron que se sentían a gusto trabajando y discutiendo en grupos pequeños, debido a que éste se convirtió en protagonista de su aprendizaje al contribuir en el desarrollo de actitudes, capacidades y aprendizajes, en cuanto a la autonomía, la responsabilidad y el sentido crítico se presenta más

escaso compromiso de su parte para que sus “productos académicos” les aporten mayores elementos que soporten sus argumentaciones.

En general el ABP facilita el trabajo con grupos grandes pues al subdividirlos los estudiantes tienen la oportunidad de compartir experiencias y puntos de vista en la construcción de conocimientos en conjunto. La retroalimentación procede en dos sentidos, estudiante-profesor y profesor-estudiante, por lo que se considera que la estrategia didáctica diseñada fue propicia para la creación de escenarios en el desarrollo de habilidades de exploración, análisis y recolección de información propias del pensamiento científico sobre reacciones químicas para los estudiantes con los que se realizó esta investigación.

En cuanto a los niveles de representación trabajados para el desarrollo de las tres habilidades de pensamiento científico de los estudiantes e incorporado en la estrategia didáctica, se encontró que demanda mayores retos de estructuración por sus concepciones de partida sobre conceptos químicos y especialmente sobre reacciones químicas, de procesos en la comprensión de conceptos como átomo, molécula, compuestos, sustancias, para que con estos constructos fundamentados constituyan principios centrales en el abordaje de la comprensión de las reacciones químicas. El grupo de estudiantes con los que se realizó la investigación demostró tener nociones de estos conceptos, y después del trabajo realizado se mantuvo en un desarrollo de habilidades de pensamiento científico de tipo reproductivo. Se infiere que un trabajo previo más detallado de real comprensión de significados de estos conceptos ofrecería mayores probabilidades de desarrollo de estas habilidades de pensamiento científico en estudiantes de educación media.

Los instrumentos diseñados y aplicados durante el proceso investigativo, así como la creación de los nodos para el análisis realizado mediante el programa N-vivo , ( QSR International Pty, 2015),se consideran apropiados y convenientes para indagar sobre el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico objeto de la investigación.

### **Recomendaciones**

Esta investigación muestra la posibilidad de realización de un trabajo para la enseñanza de las ciencias, se recomienda esfuerzo constante para identificar y plantear estrategias que permitan que el estudiante se cuestione e indague en diferentes fuentes sobre las posibles soluciones a sus preguntas que le permitan el trabajo y familiarización con las habilidades de pensamiento científico, el enriquecimiento del lenguaje para elaborar argumentos que sustenten sus observaciones y esto redunde en el desarrollo del pensamiento científico.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- QSR International Pty. (26 de Junio de 2015). *NVivo 11 for Windows*. Obtenido de <http://www.qsrinternational.com/nvivo/>
- Adúriz, A., & Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 130-140.
- Amestoy de Sanchez, M. (2002). Investigación sobre el desarrollo y la enseñanza de las habilidades de pensamiento. *Revista electrónica de investigación educativa*, 01-32.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1967). *Psicología Educativa. un punto de vista cognoscitivo*. Mexico: Trillas.
- Aydon, C. (2008). *Historias curiosas de la ciencia*. Barcelona: MC producción editorial.
- Azcona, R., Furió, C., & Guisasola, J. (2002). Algunas reflexiones sobre la magnitud "cantidad de sustancia" y su unidad el mol. Implicaciones para su enseñanza. *Anales de la real sociedad Española de química*, p.30.
- Baron, I., & Muller, O. (20014). La Teoría Lingüística de Noam Chomsky: del Inicio a la Actualidad. *Lenguaje*, 22-26.
- Bertomeu, J., & Garcia, A. (2006). *La revolución química. Entre la historia y la memoria*. Valencia: Universitat de Valencia.
- Blanco, A., & Teresa, P. (1996). Algunas cuestiones sobre la comprensión de la química desde las perspectivas de las "ideas de los alumnos". *Investigación en la escuela*, 68-78.
- Brock, W. (1992). *Historia de la química*. Madrid: Alianza Editorial S.A.
- Buitrago, Y. (2012). *Llas habilidades de pensamiento, el aprendizaje significativo, las soluciones químicas, y la solución de problemas interactuando en un proceso de investigación de aula*. Arauca: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.
- Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelación. *Alambique*(69), 21-34.
- Cañedo, C., & Cáceres, M. (2014). *Fundamentos teóricos para la implementación de la didáctica en el proceso de enseñanza aprendizaje*. Cienfuegos. Cuba: Universidad Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.
- Cárdenas Pérez, A. S.-B.-D. (2012). El saber pedagógico componentes para una reconceptualización. *Educ. Educ*, 479-496.
- Casado, G., & Raviolo, A. (2005). LAS DIFICULTADES DE LOS ALUMNOS AL RELACIONAR DISTINTOS NIVELES DE REPRESENTACIÓN DE UNA REACCIÓN QUÍMICA. *UNIVERSITAS SCIENTIARUM*, 10, 35-43.
- Chamizo, J. (2011). La imagen pública de la química. *Educación química*, 320-331.
- Chang, R. (2002). *Química séptima edición*. Mexico, D.F.: Mc Graw Hill.
- Chastrette, M., & Franco, M. (1991). La reacción química: descripciones e interpretaciones de los alumnos de liceo. *Enseñanza de las ciencias*, 243-247.
- Chevallard, Y. (1985). La transposición didáctica, del saber sabio al saber enseñado. *Investigación en didáctica de las matemáticas*, 126.
- Daza, S., Arrieta, J., & Muñoz, E. (2014). *¿Que sentido tiene la naturaleza de las ciencias en la formación ciudadana y valórica de un ser planetario?* Santiago de Chile: Bellaterra.

- Díaz, V. (2014). El concepto de ciencia como sistema, el positivismo, neopositivismo y las “investigaciones cuantitativas y cualitativas”. *Salud Uninorte*, 227-244.
- Española, R. A. (Diciembre de 2017). *dle.rae.es*. Obtenido de <http://dle.rae.es>
- Faria, E. D. (2006). Transposición didáctica: Definición, epistemología, objeto de estudio. *Cuadernos de investigación y Formación en educación Matemática*.
- Florencia, M., Furman, M., & Bettina., B. (2015). Las habilidades científicas en la escuela primaria: un estudio del nivel de desempeño en niños de 4to año. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 1-10.
- Flores, F., & Gallegos, P. (1999). Construcción de conceptos físicos en estudiantes. La influencia del contexto. *Perfiles educativos*.
- Furió, C., & Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química*, 300-308.
- Furió, C., & Padilla, K. (2003). La evolución histórica de los conceptos científicos como prerrequisito para comprender su significado actual : el caso de la cantidad de sustancia y el mol. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 55-74.
- Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Investigación y experiencias didácticas*, 4, 30-34.
- Galagovsky, L. R., Rodríguez, M. A., & Stamati, N. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de las ciencias naturales : un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las ciencias*, 107-121.
- Galagovsky, L., & Bekerman, D. (2009). La Química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 952-974.
- Gallego, A., & Gallego, R. (2007). Historia, epistemología y didáctica de las ciencias: unas relaciones necesarias. *Ciencia & Educacao*, 85-98.
- Gallego, R., Pérez, R., & Gallego, A. (2009). Una aproximación histórico epistemológica a las leyes fundamentales de la química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 259-375.
- Gallego, R., Perez, R., Gallego, A., & Pascuas, J. (2004). Didáctica Constructivista: Aportes y perspectivas. *Educere, Tránsito*, 257-264.
- García, A. F., Alfaro, E. A., Hernández, M. A., & Molina, A. M. (2006). Diseño de cuestionarios para la recogida de información: metodología y limitaciones. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, 232-236.
- Gil Pérez, D. C. (1999). El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. *Educación y pedagogía*, 15-65.
- Gómez, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP). *Educación y Educadores*, 9-19.
- GOMEZ, M. (2005). LA TRANSPOSICION DIDÁCTICA: HISTORIA DE UN CONCEPTO. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*.
- González, C., Martínez, M. T., Martínez, C., Cuevas, K., & Muñoz, L. (2009). LA EDUCACION CIENTIFICA COMO APOYO A LA MOVILIDAD SOCIAL: DESAFIOS EN TORNO AL ROL DEL PROFESOR SECUNDARIO EN LA IMPLEMENTACION DE LA INDAGACION CIENTIFICA COMO ENFOQUE PEDAGOGICO. *Estudios Pedagógicos XXXV*, 63-78.

- González, L., & Crujeiras, B. (2016). Aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*(34), 143-160.
- Guitart, F., Caamaño, A., & Corominas, J. (2012). «Química en contexto»: una propuesta curricular para la química del bachillerato en Cataluña. *III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las ciencias. "Ciencia Tecnología y Sociedad en el futuro de la enseñanza de las ciencias"* (págs. 1-4). España: OEI. Organización de Estados Iberoamericanos para la formación de la ciencia y la cultura. Obtenido de [http://www.oei.es/historico/seminariooctsm/PDF\\_automatgico/F64textocompleto.pdf](http://www.oei.es/historico/seminariooctsm/PDF_automatgico/F64textocompleto.pdf)
- Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de las investigación sexta edición*. México D.F: Mc Graw Hill Education.
- Humedales, B. (28 de Mayo de 2018). *Fundación humedales e Bogotá*. Obtenido de <http://humedalesbogota.com/humedales-bogota/>
- Instituto colombiano para el fomento de la educación superior. (1999). *Aprender a investigar. Recolección de la información*. Bogotá: AFRO EDITORES LTDA.
- Jaramillo, L. (2003). ¿Qué es Epistemología? Mi mirar epistemológico y el progreso de la ciencia. *Cinta moebio*, 174. Obtenido de [www.moebio.uchile.cl/18/jaramillo.htm](http://www.moebio.uchile.cl/18/jaramillo.htm)
- Jensen, W. B. (Agosto de 1998). Logic History, and the Chemistry Textbook. *Chemical Education Today*, 75(8), 961-969.
- Jensen, W. B. (1998). One Chemical Revolution or Three? *Chemical Education Today*, 961-969.
- Johnstone, A. (1982). Macro and micro Chemistry. *School Science Review*, 64(227), 377-379.
- Kuhn, T. (1972). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de cultura económica.
- Labarca, M., Zambon, A., & Quintanilla, M. (2014). Aspectos historico filosóficos del concepto de "elemento". Aportes para la formación inicial y continua de profesores. *Historia y Filosofía de las ciencias: aportes para una nueva aula de ciencias*, 233-247.
- Lafrancesco Villegas, G. M. (2005). Diadctica de la biología: aportes a su desarrollo. *Magisterio*.
- Lakatos, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza universidad.
- Lara, C. A. (2012). Desarrollo de habilidades de pensamiento y creatividad como potenciadores de aprendizaje. *Unimar*, 85-96.
- Lemke, J. (1990). *Talking Science: Language, Learning, and Values*. The Ohio State University: Judith Green, Series Editor.
- Lopez, P. (2011). Empleo de metodologías activas de enseñanza para el aprendizaje de la química . *Revista d eeducación Universitaria*, 13-22.
- Mammino, L. (2001). Algunas reflexiones sobre la imagen de la química. *Anales de la Real sociedad Española de química*, 39-52.
- Manzo, S. (2016). Empirismo y filosofía experimental. Las limitaciones del relato estándar de la filosofíamoderna a la luz de la historiografía Francesa del siglo XIX. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 11.
- Marques, C., & Roca, M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Educacion y pedagogía*, 61-71.

- Martínez, A., & Ríos, F. (2006). Los conceptos de conocimiento, epistemología y paradigma, como base diferencial en la orientación metodológica del trabajo de grado. *Cinta moebio*, 111-121.
- Mckernan, J. (1999). *Investigación-Acción y curriculum*. España: Morata.
- Méndez, C. (2013). ¿Cómo afrontan los alumnos en secundaria las reacciones químicas? *Aula de Encuentro*, 15, 129-137.
- Meneses, J., Lacolla, L., & Valeiras, N. (2014). Reacciones químicas y representaciones sociales de los estudiantes. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: REVISTA DE INVESTIGACIÓN Y EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS*, 32(3), 89-109.
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Formar en ciencias: ¡el desafío!* Bogotá: Espantapájaros Taller.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de competencias en Ciencias*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Derechos básicos de aprendizaje. Ciencias Naturales*. Bogotá, Colombia: Panamericana.
- Montiel Susana, C. M. (2011). *Competencia para el desarrollo del pensamiento científico en el contexto de las ciencias naturales*. Cervantes Virtual.
- Morales, P., & Landa, V. (2004). Aprendizaje Basado en Problemas Problem-Based Learning. *Theoria*, 145-157.
- Moscoso, O., & Castillo, J. (1999). Acerca de las competencias. *Universidad Autónoma de Manizales*, 1-6.
- Nacional., M. d. (8 de febrero de 1994). <http://www.mineduccion.gov.co>. Obtenido de [http://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-85906\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf)
- Niaz, M. (1994). Más allá del positivismo: una interpretación Lakatosiana de la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 97-100.
- Oliva, M., Aragon, M., & Navarrete, A. (2013). Competencia de Modelización en torno al cambio Químico. *Congreso internacional en investigacion sobre didactica de las ciencias*, (págs. 2558-2563). Girona.
- Ortiz, R. G., & Cervantes, C. M. (2015). La Formación Científica en Los Primeros Años de Escolaridad. *Panorama*, 10-23.
- Parolo, M., & Barbieri, L. y. (2004). La Metacognición y el mejoramiento de la Enseñanza de Química Universitaria. *Enseñanza de las ciencias.*, 79–92. .
- Pérez, D., Pablo, V., & Salinas, J. (1999). Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, problemas de lapiz y papel y actividades de laboratorio . *Enseñanza de las ciencias*, 311-320.
- Popper, K. (1962). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos.
- Pozo, E., Alonso, J., Gadea, W., Fenker, N., & Ledesma, M. (2016). *Epistemología, acceso abierto e impacto de la investigación científica*. España: Universidad Católica de Cuenca.
- Pozo, J., & Gomez, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata.
- Pozo, J., Gómez, C., & Limón, M. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las ciencias*, 83-94.

- Pulgarin, R. (2012). La didáctica y la relación entre el conocimiento científico. *Uni/pluri-versidad*, 2-3.
- Quecedo, R., & Castaño, C. (2002). Introducción a la metodología de la investigación cualitativa. *Revista de Psicodidáctica*, 5-39.
- Ramsar, S. d. (2013). *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales*. Gland (Suiza): Secretaria de la convención de Ramsar.
- Raviolo, A. G. (2000). Integración Conceptual en Química General Educación Química. *Educación Química*, pp. 178-181. .
- Raviolo, A., Garritz, A., & Sosa, P. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 240-254.
- Restrepo, G. B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*, 9-19.
- Reyes, C. F., & Garritz, A. (2006). Conocimiento pedagógico del concepto de "reacción química" en profesores universitarios Mexicanos. *Revista Mexicana de investigación Educativa*, 175-1205.
- Rios, J. (2011). *Químicos y química*. Mexico: Fondo de cultura económica.
- Rojo, M. (1998). Epistemología constructivismo y didáctica. *Revista Cubana de Psicología*, 117-123.
- Sabariego, J., & Manzanares, M. (2006). Alfabetización científica. *Congreso Iberoamericano de Ciencia Tecnología e Innovación*.
- Solaz, J., Gomez, A., & Sanjosé, V. (2011). Aprendizaje basado en problemas en la educación superior. *Didáctica de las Ciencias experimentales y sociales*, 177-186.
- Solsona, N., & Mercé, I. (1999). El aprendizaje del concepto de cambio químico en el alumnado de secundaria. *Investigación en la escuela*, 65-75.
- Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa S.A.
- Téllez, A. (2016). Estrategias metodológicas para el aprendizaje significativo de la Química: estudio realizado en FAREM-Estelí, UNAN-Managua. *Revista científica de Farem-Estelí*(20), 20-34.
- Toledo, U. (1999). Ciencia y Pseudociencia en Lakatos: La falsación del falsacionismo y la problemática de la demarcación. *Cinta moebio*, 51-60.
- Torrado, M. C. (2002). *Educación para el desarrollo de las competencias: una propuesta para reflexionar*. En Bedoya Daniel y otros. *Competencias y proyecto pedagógico*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Torres, L., Perez, M., & Gallego, R. (1995). La química como ciencia: una perspectiva constructivista. *Química actualidad y futuro*, 55-63.
- Vargas, J. (2014). *La Metodología de los Programas de Investigación Científica: Imre Lakatos. Apuntes para un seminario*. Mexico: Asociación Oaxaqueña de Psicología A.C.
- Vasilachis, I. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Gedisa.
- Villalobos, V., Ávila, J., & Olivares, S. (2016). Aprendizaje basado en problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 557-581.
- Zorrilla, F. L. (2017). La introducción de la nanotecnología en le aula y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

## ANEXO 1 CUESTIONARIO DE INDAGACION DE IDEAS PREVIAS (CUESTIONARIO 1)



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA  
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUIMICA  
Grupo de Investigación IREC  
I.E.D MANUELA AYALA DE GAITAN



**Proyecto de Investigación:** Desarrollo de Habilidades De Pensamiento Científico con Estudiantes de Grado Décimo: Una Estrategia Didáctica de Tipo ABP para la Enseñanza de las Reacciones Químicas

### Cuestionario N° 1

Con este cuestionario se pretende:

1. identificar las concepciones alternativas de los estudiantes acerca de reacciones químicas al iniciar el trabajo propuesto.
2. Indagar el desarrollo que poseen los estudiantes de las tres habilidades de pensamiento científico abordadas en esta investigación: explorar de fenómenos; analizar fenómenos; y recolectar información referente a los fenómenos.

Se convoca a los estudiantes a trabajar de manera individual en el aula y se les entrega el siguiente cuestionario para que lo resuelvan.

1. En un tubo de ensayo introduce 5 ml aprox. de solución de ácido acético (vinagre). Luego coloca un poco de bicarbonato de sodio  $\text{NaHCO}_3(\text{sol})$  en la boca del tubo, formando un tapón con papel higiénico, coloca el tapón e inviértelo para que se junten estos componentes, inmediatamente ponlo sobre una mesa preferiblemente en un espacio abierto. Observa lo que pasa y responde las preguntas.

- a. Narra lo que ocurre
- b. ¿Por qué ocurre esto?
- c. ¿En el experimento, ocurre un cambio físico o cambio químico?
- d. ¿Qué les ha sucedido a las sustancias iniciales?
- e. ¿Cuál es el producto formado?

2. para ti que significan los siguientes enunciados:

- a. Fenómeno físico y fenómeno químico
- b. Mezclar y combinar
- c. Símbolo químico y formula química
- d. Elemento químico y compuesto químico
- e. Reacción química
- f. Escribe varios ejemplos de reacciones químicas

## ANEXO 2 CUESTIONARIO SOBRE LA REACCION ENTRE EL BICARBONATO Y EL VINAGRE (CUESTIONARIO 2)



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TENOLOGIA  
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUIMICA



Grupo de Investigación IREC

I.E.D MANUELA AYALA DE GAITAN

### Cuestionario N°2.

#### Objetivos:

1. Aplicar la metodología del ABP, explorando un fenómeno cotidiano que se ha provocado en el aula.
2. Indagar el desarrollo que poseen los estudiantes de las tres habilidades de pensamiento científico abordadas en esta investigación, las cuales son: exploración de fenómenos; analizar fenómenos; y recolección de información referente al fenómeno.

Cuestionario sobre un evento provocado en el aula (mezcla de bicarbonato con vinagre ejecutado en grupo)

**Nombres:** \_\_\_\_\_

**Grado:** \_\_\_\_\_

**Fecha** \_\_\_\_\_

Teniendo en cuenta lo realizado, discutir en el grupo (pequeño):

1. Narra lo ocurrido entre el bicarbonato y el vinagre:
2. ¿Qué información es necesaria para explicar lo sucedido? (formular preguntas)
3. ¿Cómo explicarían el fenómeno?

## ANEXO 3 ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TENOLOGIA  
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUIMICA  
Grupo de Investigación IREC  
I.E.D MANUELA AYALA DE GAITAN



### INSTRUMENTO DE INTERVENCIÓN

En esta estrategia se les propuso a los estudiantes que, en grupos pequeños, formulen un problema de investigación, que responda a una problemática de su entorno y desarrollen una estrategia para solucionarlo, esto fue trabajado a lo largo del año.

### GUIA PARA LA FORMULACION DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

**DOCENTE: CATALINA JIMENEZ SALAMANCA GRADO:10**

Un proyecto de investigación es un procedimiento científico destinado a recabar información y formular hipótesis sobre un determinado fenómeno social o científico. Como primer paso, se debe realizar el planteamiento del problema, con la formulación del fenómeno que se investigará<sup>1</sup>.

Para el ejercicio de investigación que se les propone ustedes deben primero buscar un problema y proponer la alternativa de solución mediante los pasos que se enumeran a continuación, todo problema de investigación debe enfocarse hacia biología o química, se puede replicar e innovar algo ya existente como parte de la solución al problema que ustedes encuentren.

EN GRUPOS DE MÁXIMO 6 PERSONAS, ELIJA UNA IDEA DE INVESTIGACION PARA DESARROLLARLA DURANTE EL AÑO DE LA SIGUIENTE MANERA:

**PRIMER PERIODO: ENTREGA INFORME ESCRITO SEMANA DEL 19 AL 23 DE FEBRERO**

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
2. TITULO
3. OBJETIVOS: GENERAL  
ESPECIFICOS

**SEGUNDO PERIODO ENTREGA INFORME ESCRITO SEMANA DEL 23 AL 27 DE ABRIL**

4. MARCO TEORICO (SE DEBE EXPLICAR DESDE LA BIOLOGÍA O LA QUÍMICA)

<sup>1</sup> <https://definicion.de/proyecto-de-investigacion/>.

5. MATERIALES
6. METODOS
7. IMPACTO DE MI PROYECTO SOBRE EL RECURSO HIDRICO (VIDEO SEMANA DEL 5 AL 8 DE JUNIO).

**TERCER PERIODO** **ENTREGA INFORME ESCRITO SEMANA DEL 23 AL 27 DE JULIO**

8. VIABILIDAD DEL PROYECTO (LO PUEDO REALIZAR).
9. PRESUPUESTO

**CUARTO PERIODO** **ENTREGA INFORME ESCRITO SEMANA DEL 24 AL 28 DE SEPTIEMBRE**

10. PRODUCTO FINAL.
11. CONCLUSIONES.

#### **ANEXO 4 CUESTIONARIO SINTESIS PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.**



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUIMICA**  
**Grupo de Investigación IREC**  
**I.E.D MANUELA AYALA DE GAITAN**



#### **EVALUACIÓN DE LA ESTRATÉGIA DE INTERVENCIÓN**

Luego de desarrollar el proyecto de investigación a lo largo del año, los estudiantes presentan su producto final, junto con el siguiente cuestionario resuelto a manera de síntesis de su trabajo.

1. Escriba su problema de investigación
2. Escriba el objetivo general
3. Escriba los objetivos específicos
4. ¿cuál es la solución al problema que proponen?
5. ¿Qué reacciones químicas identifican en la solución al problema que proponen?
6. Explique cada reacción
7. Haga la representación de las reacciones químicas.
8. Comparar la teoría con la practica

## ANEXO 5 GUIÓN ENTREVISTA.



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA  
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUIMICA  
Grupo de Investigación IREC  
I.E.D MANUELA AYALA DE GAITAN**



### ENTREVISTA.

(Para recolectar información sobre lo trabajado en el cuestionario número 2 Se les solicita formular preguntas para el segundo ítem, la discuten en el grupo (pequeño) y luego se entrevistan bajo las siguientes orientaciones)

1. ¿Qué es el vinagre? ¿Qué es el bicarbonato?
2. ¿En términos de reacción, como se puede caracterizar el fenómeno?
3. ¿Qué conceptos son indispensables para elaborar, desde la química, una explicación válida sobre el fenómeno?
4. ¿Qué reacciones químicas se pueden identificar y explicar?
5. ¿Pueden dar razón del por qué la efervescencia?
6. ¿Cuándo ocurre una reacción ácido base?
7. ¿Cuál es la composición del bicarbonato? Y ¿Cuál la del vinagre?
8. ¿Cómo se representan químicamente estas sustancias?

## ANEXO 6 CUESTIONARIO FINAL



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TENOLOGIA  
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUIMICA  
Grupo de Investigación IREC  
I.E.D MANUELA AYALA DE GAITAN**



### **Cuestionario Final:**

**Objetivo:** Reconocer las habilidades de pensamiento científico que han desarrollado los estudiantes de educación media y las reacciones químicas que evidencian en el humedal Santa María del Lago, aplicando aprendizaje basado en problemas.

Instrumento de lectura de reacciones químicas en el humedal Santa maría del lago.

Salida de campo realizada al humedal Santa María del lago en compañía de los padres; responder las siguientes cuestiones

1. ¿Qué fenómenos observan en el humedal?
2. ¿Cómo los podrían clasificar?
3. ¿De esos fenómenos cuales son químicos?
4. ¿Qué reacciones químicas pueden identificar?
5. Escoja una reacción química y de cuenta de ella.