



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

**Interacción sinérgica entre la lectura comprensiva del discurso  
científico y la experimentación: estados físicos de la materia**

**Claudia Patricia Duque Salgado**

**Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de posgrados de ingeniería y administración  
Maestría en enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales  
Palmira, Colombia  
2022**



# **Interacción sinérgica entre la lectura comprensiva del discurso científico y la experimentación: estados físicos de la materia**

**Claudia Patricia Duque Salgado**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título  
de:

**Magíster en la enseñanza de las ciencias exactas y naturales**

Director (a):

Mg. Boris Fernando Candela

Codirector (a):

Dr. Carlos Adolfo Cisneros R

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de posgrados de ingeniería y administración

Maestría en enseñanza de la Ciencias Exactas y Naturales

Palmira Colombia

2022



*Dedicado a*

*Dedico este trabajo a mí misma por mi determinación, por las interminables horas de enfermedad en las que me preguntaba ¿si de verdad lo lograría?, por mis angustias y el miedo a no superar ese difícil momento y a darme por vencida, cuando este sueño se veía cada vez más lejos.*



## Declaración de obra original

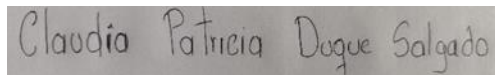
Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

A rectangular box containing a handwritten signature in black ink. The signature reads "Claudia Patricia Dogue Salgado".

Fecha 31/07/2022

Fecha

## Agradecimientos

Agradezco en primer lugar a Dios, por ser mi soporte en los momentos más difíciles. Hoy más que nunca sé que a Él se le conoce en el dolor, la oscuridad y la soledad. La necesidad de sentir un refugio espiritual que invite a creer solo por fe da la tranquilidad de saber que siempre habrá una luz al final del camino.

En segundo lugar, agradezco a mi madre e hijos, por todo el apoyo recibido, por los días que no pude estar para ellos y que generosamente donaban su tiempo para darme la tranquilidad de continuar.

Por último, pero no menos importante mi más grande gratitud con mis directores de Tesis. Al profesor Carlos por la tranquilidad para saber esperar, apoyarme y guiarme en los momentos oportunos, al profesor Boris a quien considero un maestro de alma, vida y corazón, por su perseverancia y acompañamiento desde el primer día que conoció mi proyecto, por creer siempre en mí.



## Resumen

### **Interacción sinérgica entre la lectura comprensiva del discurso científico y la experimentación: estados físicos de la materia**

Esta investigación tiene como propósito central estudiar, cómo la lectura comprensiva de textos propios del discurso científico en conjunción con la experimentación asiste a los estudiantes de grado séptimo en el desarrollo de la comprensión de los estados físicos de la materia. Para ello, utilizó un paradigma cualitativo y el enfoque de investigación del estudio de casos. Este estuvo configurado por una profesora licenciada en ciencias naturales de 10 años de experiencia (27 años); 16 estudiantes de séptimo grado con edades comprendidas entre 14 y 16 años (10 mujeres y 6 hombres); y la propuesta de enseñanza focalizada en la amalgama del lenguaje y la experimentación. La evidencia empírica se recogió a través las técnicas de la observación participante y la entrevista semiestructurada. Para ello, se hizo uso de los instrumentos de diario de campo, registros de audio y trabajos de los estudiantes. El análisis de los datos se llevó a cabo por medio de la teoría fundamentada que indujo cuatro generalizaciones naturalísticas, que se focalizaron en explicar la necesidad que las clases de ciencias se haga un uso deliberado del lenguaje en conjunción con las actividades experimentales, con el propósito de andamiar a los estudiantes en el logro de la alfabetización científica en el sentido fundamental y derivado.

Palabras clave: estados físicos de la materia, enseñanza-aprendizaje de las ciencias, lectura comprensiva, actividad experimental.

# Abstract

## **Synergistic interaction between the comprehensive reading of scientific discourse and experimentation: physical states of matter**

The main purpose of this research is to study how the comprehensive reading of texts typical of scientific discourse in conjunction with experimentation assists seventh grade students in the development of an understanding of the physical states of matter. To do this, he used a qualitative paradigm and the case study research approach. This was configured by a teacher with a degree in natural sciences with 10 years of experience (27 years); 16 seventh grade students aged between 14 and 16 years (10 women and 6 men); and the teaching proposal focused on the amalgamation of language and experimentation. The empirical evidence was collected through the techniques of participant observation and semi-structured interview. For this, the field diary instruments, audio records and student work were used. The analysis of the data was carried out through the grounded theory that induced four naturalistic generalizations, which focused on explaining the need for science classes to make a deliberate use of language in conjunction with experimental activities, with the purpose of scaffolding students in achieving scientific literacy in the fundamental and derived sense.

Keywords: physical states of matter, science teaching-learning, comprehensive reading, experimental activity.

# Contenido

	Pág.
<b>Resumen .....</b>	<b>IX</b>
<b>Lista de figuras .....</b>	<b>XIII</b>
<b>Lista de tablas .....</b>	<b>XIV</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Planteamiento del problema. ....</b>	<b>5</b>
1.1 Justificación .....	10
1.2 Antecedentes .....	12
1.2.1 La alfabetización científica una obligación del currículo en ciencias para el siglo XXI.....	13
1.2.2 El lenguaje y las habilidades lingüísticas en la enseñanza de las ciencias....	15
1.2.3 La lectura de textos científicos de naturaleza multimodal como mediador en el proceso de aprendizaje de las ciencias.....	17
1.2.4 El trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias.....	20
1.2.5 La enseñanza de los estados físicos de la materia .....	22
1.3 Objetivos.....	25
1.3.1 Objetivo general .....	25
1.3.2 Objetivos específicos.....	25
<b>2. Marco teórico .....</b>	<b>27</b>
2.1 Alfabetización fundamental y derivada, concluyentes de la alfabetización científica .....	27
2.2 El aula de Ciencias como una comunidad de práctica. ....	29
2.3 El papel del lenguaje en la enseñanza de las ciencias .....	35
2.4 Las habilidades lingüísticas en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. ....	36
2.5 La multimodalidad y la lectura del discurso científico .....	38
2.6 La experimentación en sinergia con las habilidades lingüísticas.....	41
2.7 La enseñanza de los estados físicos de la materia.....	42
2.7.1 Conocimiento químico sobre estados físicos de la materia .....	43
<b>3. Aspectos metodológicos.....</b>	<b>49</b>
3.1 Justificación del caso .....	50
3.2 Diseño metodológico.....	53
3.3 Selección de las técnicas y los instrumentos de recolección .....	56
3.3.1 Observación participante y grabaciones de clase. ....	57
3.3.2 Entrevista semiestructurada.....	58
3.3.3 Documentos escritos por los estudiantes .....	60

3.4	Análisis de los datos .....	60
3.4.1	Ordenamiento conceptual .....	61
3.4.2	Codificación .....	61
3.4.3	Codificación abierta.....	63
3.4.4	Codificación axial.....	67
3.4.5	Teorización (codificación selectiva). .....	71
<b>4.</b>	<b>Presentación de los resultados .....</b>	<b>73</b>
4.1	Planeación e implementación de una secuencia de actividades de aprendizaje. 73	
4.2	Discusión de las generalizaciones naturalísticas.....	74
4.2.1	La lectura de textos de naturaleza científica y la experimentación combinados en el aula de ciencias para la comprensión de los estados físicos de la materia. ....	75
4.2.2	La relación entre la lectura, la escritura y la oralidad para la comprensión de los estados físicos de la materia. ....	84
4.2.3	El aula de ciencias mediada por el lenguaje oral y escrito para la construcción de una comunidad de práctica.....	91
4.2.4	La lectura contextualizada del discurso científico para la construcción de alfabetización científica .....	94
<b>5.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>99</b>
<b>A.</b>	<b>Anexo 1 Instrumento metodológico de la CoRe.....</b>	<b>103</b>
<b>B.</b>	<b>Anexo 2 Red de categoría habilidades lingüísticas .....</b>	<b>119</b>
<b>C.</b>	<b>Anexo 3 Red de categoría el aula de clase convertida en una comunidad de práctica</b>	<b>121</b>
<b>D.</b>	<b>Anexo 4 Red Categoría La alfabetización científica en la construcción de decisiones informadas.....</b>	<b>123</b>
<b>E.</b>	<b>Anexo 5 Red Categoría integración de la lectura del discurso científico y la experimentación .....</b>	<b>125</b>
<b>F.</b>	<b>Anexo 6 Red Categoría aprendizaje y comprensión del fenómeno de los estados físicos de la materia.....</b>	<b>127</b>
	<b>Referencias.....</b>	<b>131</b>

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 2-1:</b> Sistemas semióticos constitutivos del texto multimodal.....	39
<b>Figura 2-2:</b> Diagrama de los seis cambios de estado de las sustancias puras .....	45
<b>Figura 3-1:</b> Instrumentó metodológico de la CoRe .....	54
<b>Figura 3-2:</b> Pasos de la estrategia POE .....	55
<b>Figura 3-3:</b> Preguntas adaptadas para la entrevista semiestructurada.....	59
<b>Figura 3-4:</b> Ejemplo de codificación abierta. ....	62
<b>Figura 3-5:</b> ejemplo de codificación abierta .....	62
<b>Figura 3-6:</b> Codificación abierta en el programa Atlas ti. ....	63
<b>Figura 3-7:</b> Relación entre categorías y subcategorías .....	69
<b>Figura 4-1:</b> Texto multimodal del grupo 2 en la tarea 3 de la exploración 2 .....	78
<b>Figura 4-2:</b> Texto multimodal del grupo 4 en la tarea 6 de la exploración 2 .....	80
<b>Figura 4-3:</b> Texto multimodal del grupo 5 en la tarea 7 de la exploración 2 .....	81
<b>Figura 4-4:</b> texto utilizado en la aplicación 1 .....	87
<b>Figura 4-5:</b> texto multimodal utilizado en la aplicación 1 .....	89
<b>Figura 4-6:</b> Respuesta del grupo 4, tarea 6 de la fase de exploración 4.....	90
<b>Figura 4-7:</b> Respuesta del grupo 1, tarea 6 de la fase de exploración 4.....	91
<b>Figura 4-8:</b> Respuesta del E1 en la fase de aplicación sub-idea -2 .....	95

## Lista de tablas

**Pág.**

<b>Tabla 3-1</b> Categorías y subcategorías con sus respectivas frecuencias de ocurrencia. .	65
<b>Tabla 3-2:</b> Relación entre categorías y subcategorías .....	70
<b>Tabla 3-3:</b> Generalizaciones naturalísticas.....	72







# Introducción

La enseñanza de las ciencias debe estar enmarcada dentro de una alfabetización científica, que se haga evidente en el aula de clase, el momento social, invita a fortalecer estos escenarios donde el maestro se convierta en un mediador entre el abstracto mundo de las ciencias y las realidades sociales, políticas y culturales, que puedan debatirse a la luz de estas (Garmendia & Guisasola, 2015). Es imperante aterrizar estos contenidos y centrarlos en comunidades de práctica, donde se permita el diálogo y la discusión colegiada dando como resultado acercar más las ciencias a la vida cotidiana y a los problemas sociales que a diario se evidencian en los medios de comunicación y en las redes sociales.

Hoy más que nunca es deber de la escuela empoderar ciudadanos que puedan tomar decisiones informadas y responsables consigo mismos y con la sociedad. En este sentido, las comunidades de práctica deben ser nutridas por la lectura de textos que ilustren el discurso científico y que muestren el saber de las ciencias en sus diferentes modos semióticos. Estos recursos son los que traen al aula la discusión y el debate donde se pone en escena la riqueza de las ciencias. De este modo las comunidades de práctica median la comprensión del conocimiento y el flujo de los aprendizajes es continuo (Cisneros & Domínguez, 2007).

Es así, como atendiendo a esta necesidad este trabajo se enfoca en como la lectura comprensiva de diferentes tipos de textos de naturaleza científica, en sinergia con la experimentación, asisten a los estudiantes de grado séptimo en la comprensión de los estados físicos de la materia. Para tal fin se desarrolló una metodología cualitativa interpretativa por estudio de casos, donde el caso se seleccionó por los intereses de la maestra investigadora.

En el diseño metodológico se concretaron tres fases: la planeación e implementación de una secuencia de actividades de aprendizaje, la documentación de los razonamientos de los estudiantes y la maestra; y el análisis de los resultados obtenidos. Además, se muestran las técnicas utilizadas para la recolección de los datos y el posterior análisis de estos.

La toma de decisiones metodológicas se dio a partir del marco teórico y los objetivos de investigación. Para el diseño de la secuencia de actividades se consideró el instrumento de la CoRe, la cual ayudó a la toma de decisiones curriculares considerando a los DBA y a los estándares básicos de competencia del MEN. De igual manera las actividades experimentales responden a la estrategia de enseñanza del POE y las tareas que se proponen guardan completa coherencia con la lectura comprensiva del discurso científico para la comprensión de los estados físicos de la materia.

Durante la implementación de la secuencia de actividades se recogieron los datos, haciendo uso de técnicas como la observación participante y la entrevista semiestructurada además de instrumentos tales como: las grabaciones de sesiones de clase, el diario de campo, y los documentos escritos por los estudiantes. Estos datos se analizaron de acuerdo con la teoría fundamentada de Strauss & Corbin (2002). Este análisis permitió construir la teoría y dar respuesta al problema de investigación.

De este modo a fin de fundamentar todo lo anterior este trabajo se divide en cinco capítulos que se describen a continuación:

En el capítulo uno, se hace una presentación del problema de investigación, la justificación del trabajo, la revisión de antecedentes. En este apartado se abordan tópicos como: la alfabetización científica como una necesidad del currículo en ciencias para el siglo XXI, el lenguaje y las habilidades lingüísticas en la enseñanza de las ciencias, la lectura de textos científicos de naturaleza multimodal como mediador en el proceso de aprendizaje de las ciencias, el trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias y la enseñanza de los estados físicos de la materia. Finalmente se plantean los objetivos.

En el segundo capítulo se desarrolló el marco teórico, en el cual se presentan las habilidades lingüísticas en el aula de ciencias, la alfabetización científica como precursora

de la toma de decisiones informadas, el papel del lenguaje en la enseñanza de las ciencias, el aula convertida en una verdadera comunidad de práctica, la lectura de los diferentes textos que configuran el lenguaje de las ciencias, la relación simbiótica entre la experimentación y el aprendizaje de los contenidos y finalmente la comprensión de los estados físicos de la materia.

En el capítulo tres se encuentran los aspectos metodológicos, las fases del diseño, las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de los datos y la manera como estos fueron analizados. El cuarto capítulo muestra la discusión de los resultados y finalmente en el quinto capítulo las conclusiones y recomendaciones.



# 1. Planteamiento del problema.

Enseñar ciencias trae consigo la necesidad de resolver una gran cantidad de preguntas que van desde ¿por qué enseñar ciencia?, ¿qué tipo de ciencias enseñar? y más complejo aun ¿cómo enseñar ciencias? (Prieto et al., 2011). La respuesta a todos estos interrogantes ha generado un gran número de dificultades evidenciadas en las aulas de clase que no posibilitan el aprendizaje de los estudiantes. Estas van desde la concepción errada de unas ciencias solo para científicos que las presentan como un saber descontextualizado de la realidad social y política; hasta concebir sus modelos teóricos como productos de verdades absolutas y acabadas. Todo esto ha generado una desacertada práctica pedagógica que ha resumido la enseñanza a la transmisión de contenidos y conceptos que no le brindan significancia al aprendizaje de estas. Desde luego, esta perspectiva aleja la enseñanza de esta disciplina de su importancia social, política y cultural.

Adicionalmente, el campo de la educación en ciencias a través de sus diferentes líneas de investigación ha evidenciado que la comprensión de los productos y procesos de estas presenta un alto nivel de dificultad (Campanario & Moya, 1999). Por ejemplo, la naturaleza de los contenidos científicos se caracteriza por ser muy abstractos, es decir, pertenece al mundo submicroscópico de estas disciplinas. Esta situación, se traduce en la dificultad que presentan los estudiantes para lograr vincular los fenómenos naturales (mundo macroscópico) con los modelos teóricos y símbolos que los explican. Por todo esto, se considera la enseñanza de las ciencias como un campo problemático en el cual aún quedan muchos interrogantes por resolver.

En este sentido, es válido y necesario repensar las prácticas de aula, con el fin de dar respuesta a las exigencias que demandan asumir la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, desde una perspectiva más humanística (Sjöström, 2014). Los resultados de las

pruebas estandarizadas nacionales e internacionales, la disminución en el número de estudiantes que las consideran como proyecto de vida, la deserción de estudiantes en la educación superior de las facultades de ciencias, son indicadores que dejan ver la necesidad de cambiar el enfoque disciplinar de su enseñanza a uno más humanista.

Tal como lo afirman Arteaga y Martínez (2016) “Las personas del siglo XXI, necesitan aprender cómo identificar y resolver problemas, cómo utilizar procesos de pensamiento del más alto orden, adaptarse a los cambios vertiginosos de la ciencia, la cultura y la sociedad” (pag 1). De este modo, las demandas de aprendizaje deben pasar de centrarse en el contenido y remplazarse por espacios donde se promueva el pensamiento crítico, las conductas valorativas y el manejo de situaciones problema desde el contexto.

Por tanto, el aula de ciencias debe convertirse en un escenario que les permita a los estudiantes tomar conciencia de la realidad política y social del país. Además, asistirlos en el desarrollo de un pensamiento crítico, que les permite cuestionar su accionar con la sociedad, la educación y el ambiente; de hecho, una de las metas de las disciplinas científicas es la de formar sujetos que sean socialmente responsables de su conocimiento.

En este sentido, la enseñanza de las ciencias tiene que responder a esa demanda propiciando espacios que garanticen la formación de ciudadanos comprometidos cognitivamente, afectiva y socialmente, con valores de participación y capacidad de tomar decisiones informadas (Sjöström, 2014). En consecuencia, los espacios destinados a su enseñanza deben convertirse en comunidades de aprendizaje donde los estudiantes puedan superar sus dificultades de forma progresiva. De este modo se les permite desarrollar habilidades de indagación, toda vez que se les brinda la oportunidad de enfrentarse a auténticos problemas, con miras a construir de forma colegiada soluciones a los mismos.

Para ello, los miembros de esta comunidad participan activamente en la negociación de significados y formas de significar, desde las capacidades que presenten cada uno de ellos. Por tanto, en esta perspectiva de enseñanza el estudiante se vuelve sujeto activo de su aprendizaje, y la enseñanza pasa de ser centrada en el profesor y el contenido a estar centrada en el estudiante.

---

Una de las formas posibles de hacer vivencial las comunidades de aprendizaje, es por medio del contexto de las prácticas o actividades experimentales. No en vano, las dos olas de reformas curriculares en la educación en ciencias acontecidas a nivel internacional y nacional, se han focalizado en las actividades experimentales como mediadoras del proceso de enculturación de los estudiantes (Hofstein, 2012) Así, el contexto de la experimentación tiene como propósito central ayudar a mover la práctica educativa desde una enseñanza transmisionista a una perspectiva fenomenológica, donde el estudiante articule el fenómeno natural estudiado, con los modelos teóricos.

Si bien, las expectativas que subyacen a estas orientaciones de enseñanza basadas en la experimentación son loables, estas aún no han impactado las aulas, es decir, los estudiantes continúan presentando restricciones en la construcción de una profunda comprensión del fenómeno natural estudiado. Los cuestionamientos sobre la efectividad de las prácticas experimentales se han contrastado con los desafíos y las serias dudas sobre su eficiencia y beneficio, así para muchos profesores las prácticas experimentales se convirtieron en recetas, que siguen sin una construcción colectiva del conocimiento (Hofstein, 2012).

La actividad experimental por sí sola no genera conocimiento científico crítico. Esta, cobra importancia cuando el estudiante desarrolla habilidades de orden superior, como proponer hipótesis, predecir, inferir, organizar resultados y discutir sobre estos, estas habilidades se logran involucrando las habilidades lingüísticas propias del discurso científico, como un elemento constitutivo del currículo (Lemke, 1998). La experimentación, se puede convertir en la base de una comunidad de práctica, siempre y cuando se acompañe de la discusión académica de sus procedimientos y resultados. Así, el aprendizaje de las ciencias implica aprender hablar el idioma propio de estas (Lemke, 1990)

La actividad experimental integrada de manera sinérgica con el lenguaje permite que el estudiante se empodere del conocimiento científico y logre dar razón de lo aprendido. En palabras de Sanmartí y Márquez “Cuando se es capaz de explicar algo científicamente, se toma conciencia de la poderosa capacidad de las personas para llegar a construir estos conocimientos y no hay duda de que ello es una fuente de placer.” (Sanmartí & Márquez, 2003)

En este sentido, la enseñanza de las ciencias naturales debe entenderse como se plantea en los National Science Education Standards (1996):

*“En un mundo lleno de productos de investigación científica, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todo el mundo. Todos necesitan usar información científica para hacer elecciones que surgen todos los días. Todos deben ser capaces de participar de manera inteligente en el discurso público y debate sobre temas importantes”* (pág. 2).

De allí que el potenciar las habilidades lingüísticas en el aula, trae consigo la posibilidad de formar ciudadanos científicamente alfabetizados. Se deben generar espacios para que los estudiantes puedan escuchar, hablar, leer y escribir en ciencias y sobre ciencias, la responsabilidad del maestro es generar las actividades que les permitan no solo conocer el lenguaje propio de estas, sino que puedan llevar ese conocimiento a un contexto, en lo que Norris & Phillips (2012) llaman alfabetización fundamental y derivada.

Para dar respuesta a la necesidad de ciudadanos científicamente alfabetizados, el aprendizaje de las ciencias implica aprender a hablar el idioma propio de estas (Lemke, 1997). De este modo el lenguaje se vuelve el articulador perfecto entre el conocimiento científico, la experimentación y la posibilidad de hablar, leer, y escribir el lenguaje científico. La respuesta a esta triada trae consigo la alfabetización científica, permitiendo al estudiante hablar el lenguaje propio de la ciencia y llevar ese lenguaje a un contexto donde estas cobran importancia. Candela (2014) se refiere al respecto “en este sentido, el profesor debe diseñar e implementar actividades de aprendizaje direccionadas por el desarrollo de las competencias lingüísticas, con el propósito de mediar en el logro de la alfabetización científica en la formación del estudiante” (pag 21).

El desarrollo de las habilidades lingüísticas en el aula se logra mediante el diseño e implementación de actividades de aprendizaje en un contexto de indagación, que permitan la escucha, la lectura, la escritura y la oralidad del discurso de las ciencias con los elementos semióticos propios de estas. Dentro de las habilidades lingüísticas la lectura de textos científicos de naturaleza multimodal posibilita el empoderamiento del conocimiento



y brinda los insumos para escribir y hablar de ciencias en la escuela secundaria (Sanmartí, 2007).

En consecuencia, la enseñanza de esta disciplina debe estar enriquecida con una serie de textos científicos con diferentes elementos semióticos, toda vez que el idioma propio de las ciencias se nutre de gráficas, imágenes, tablas, animaciones, audios entre otros (Lemke, 2001). Claramente no es lo mismo leer en ciencias que leer en matemáticas, cada disciplina tiene sus propias representaciones semióticas. Pero, si bien es cierto las ciencias tiene su propio discurso científico, es deber del docente hacer explícita a los estudiantes las características lingüísticas de las diversas composiciones textuales científicas, con el fin de que puedan comprender el patrón conceptual que subyace a estas; como lo afirma (Sanmartí, 2007).

En palabras de Sanmartí (2007) “Nos equivocamos si pensáramos que se aprende a leer en las clases de lengua, y que luego se utiliza este saber en las clases de ciencias.” Por el contrario, debe ser una relación conjunta, en clase de ciencias se debe aprender a leer el lenguaje propio de la estas y en consecuencia se potencia la lectura para clase de lenguaje (Sanmartí, 2007). El reto está en asumir la responsabilidad de la lectura por parte de todos los actores de la escuela y no dejar esta responsabilidad solo en los maestros de lenguaje.

Es así, como la lectura comprensiva de textos de naturaleza multimodal, multimedial y de las operaciones experimentales se convierte un elemento constitutivo del currículo de las ciencias (Lemke, 1998). Por todo esto, Kozma y Russel (2005) argumentan que a los estudiantes de la escuela secundaria se les debe brindar la oportunidad de tomar conciencia de la integración multiplicativa de los diferentes registros semióticos que configuran los textos explicativos científicos, a fin de que puedan establecer una relación entre el significado y la forma lingüística utilizada para comunicar éste.

Es importante entender que la lectura en el aula de ciencias debe estar enriquecida por la posibilidad de hacer análisis de textos de naturaleza multimodal y multimedial, que hagan visible el discurso propio de estas, la interpretación de fenómenos físicos y químicos, y la claridad de los diferentes niveles de representación. Con el fin de repensar las prácticas de aula, es muy importante reconocer la dificultad de los estudiantes para comprender los textos de naturaleza científica. Y más aún si su análisis requiere tener claridad en los tres

niveles de representación. Por lo tanto, para que el estudiante comprenda este tipo de textos debe transitar por lo macroscópico, lo microscópico y lo simbólico.

Las dificultades para comprender la naturaleza de la materia en gran medida radican en lo que se pretende enseñar, resultando contrario a las concepciones previas que sobre este objeto de aprendizaje se tiene. En este sentido, Pozo y Crespo (1998), plantean como los estudiantes que llegan a la educación secundaria, al hacer el tránsito desde la iniciación del concepto de materia que recibieron en su educación primaria, a la construcción de conceptos más elaborados, les genera algunas dificultades. Los estudiantes piensan que la materia es estática, es tal como se le ve, es decir continua y que el estado natural es el reposo.

Por tanto, aprender la complejidad del fenómeno se requiere proporcionar al alumno formas de pensar que son complejas de introducir en el mundo cotidiano. Por ello se hace necesario que el docente medie este aprendizaje para que ellos reconozcan la discontinuidad de la materia, establezcan relaciones microscópicas e interpreten el movimiento continuo de las partículas. En consecuencia, y buscando dar respuesta a las dificultades de los estudiantes en la comprensión del fenómeno de los estados físicos de la materia, esta propuesta de investigación busca dar respuesta al siguiente interrogante.

¿Cómo la lectura de textos científicos en conjunción con la experimentación asiste a los estudiantes de grado séptimo en el desarrollo de la comprensión de los estados físicos de la materia?

## **1.1 Justificación**

Los investigadores del campo de la educación en ciencias coinciden en el gran número de dificultades que se presentan para la comprensión de estas en los contextos de la escuela secundaria. Muchos de los problemas están en lo complejo de la naturaleza abstracta de

los contenidos, así, como también en las equivocadas prácticas de aula. Tal como lo plantea Duit es imperante considerar una reconstrucción educativa, en donde no solo se consideren los contenidos sino las formas como estos son enseñadas. “El modelo de reconstrucción educativa, se basa en la necesidad de equilibrar las cuestiones relacionadas con los contenidos en ciencias y los problemas educativos” (Duit, 2006). En este sentido es igual de válido ser exigente en el objeto de estudio, así como en la manera que ese objeto de estudio es aprendido por los estudiantes.

Candela, Rockwell y Coll (2009) cuestionan la enseñanza desde las prácticas del aula, “el estudio de las aulas es uno de los campos más relevantes a la hora de relacionar la investigación educativa con la práctica cotidiana” (A. Candela et al., 2009) . En este sentido la enseñanza de las ciencias debe replantearse desde allí, y las exigencias del siglo XXI lo demuestran, el aula debe convertirse en un espacio de reflexión, que permita a los estudiantes una mejor apropiación de estas, de este modo el estudiante se empodera del conocimiento y se apropia de él logrando llevarlo a un contexto sociocultural. Así, se transforma en un individuo crítico que hace de la ciencia un instrumento para construir su vida.

En esta misma línea Duit hace un llamado a que esta reconstrucción educativa está ligada a una interdisciplinaridad, las ciencias no se pueden considerar como un campo de conocimiento único y absoluto, sino por el contrario debe nutrirse de otras áreas de conocimiento que le puedan brindar mayor campo de acción y mejores mediadores que hagan posible el aprendizaje significativo. Dentro de las disciplinas llamadas hacer parte de esa reconstrucción educativa está el lenguaje como la mejor manifestación de interacción sujeto-sujeto, en palabra de Duit (2006) “otras disciplinas de referencia entran en juego como, por ejemplo, la lingüística, que puede ofrecer marcos de referencia para analizar el discurso en el aula o conceptualizar el aprendizaje de la ciencia”.

De ahí que, volver la mirada al lenguaje como mediador en esos espacios de reflexión es una gran apuesta por responder a una nueva generación de estudiantes que requieren insumos que los convierta en ciudadanos científicamente alfabetizados. Es decir que los haga conocedores de los contenidos propios de las ciencias, donde logren transitar por los tres niveles de representación (macroscópico, simbólico y microscópico) (Millán, 2020) de este modo se hace posible que reconozcan el discurso científico, lo hablen, lo lean y lo

escriban. El potenciar estas habilidades les permite dar explicaciones de fenómenos físicos y químicos; pero además tener la capacidad de transferir todo ese contenido a un contexto, donde puedan tomar decisiones informadas y empoderadas. Cuando se llega a este nivel es válido hablar de un ciudadano científicamente alfabetizado.

En consecuencia, la interacción sinérgica entre la lectura comprensiva del discurso científico y la experimentación emerge como una alternativa que pretende contribuir a las demandas del siglo XXI. Ciudadanos empoderados del conocimiento, seres activamente críticos de la realidad social, cultural y política del país. Es decir, la formación de esos ciudadanos científicamente alfabetizados; conocedores del discurso propio de las ciencias, que logran hacer un tránsito por los diferentes sistemas semióticos, lo que les permite hablar, leer y escribir el discurso propio de esta, pero además los hace actores críticos de su conocimiento.

## **1.2 Antecedentes**

Este apartado reúne algunas investigaciones que han precedido esta propuesta y fortalecen su desarrollo. Evidenciando en la enseñanza de las ciencias un campo problemático que ha generado múltiples investigaciones, en donde hay una gran cantidad de situaciones por analizar y resolver. Dentro del grupo de antecedentes se encuentran trabajos de investigación, documentos de intervención y artículos de reflexión, todos ellos con un común denominador; la necesidad de replantear las prácticas de aula con el fin de mejorar la enseñanza de las ciencias (Duit, 2006).

Los trabajos que a continuación se explican fundamentan la pertinencia de la investigación y la necesidad de dar respuesta a la pregunta problema. Cada trabajo relacionado es un insumo que brinda herramientas para andamiar la lectura de textos científicos y la experimentación en el aula para el aprendizaje del fenómeno de los estados físicos de la materia. Con el fin de ofrecer una visión que va desde lo general hasta lo particular y manteniendo una coherencia con el planteamiento del problema, los antecedentes se han organizado en cinco tópicos que fortalecen la propuesta.

- ❖ La alfabetización científica como una necesidad del currículo en ciencias para el siglo XXI.
- ❖ El lenguaje y las habilidades lingüísticas en la enseñanza de las ciencias.
- ❖ La lectura comprensiva de textos científicos de naturaleza multimodal como mediador en el proceso de aprendizaje de las ciencias.
- ❖ El trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias
- ❖ La enseñanza de los estados físicos de la materia.

### **1.2.1 La alfabetización científica una obligación del currículo en ciencias para el siglo XXI**

Las exigencias del siglo XXI han traído consigo la obligatoriedad de formar ciudadanos científicamente alfabetizados. Individuos con la capacidad de entender el idioma propio de las ciencias pero que a su vez tengan la habilidad de llevar ese lenguaje a contextos donde se haga visible su aplicación. De allí que la formación de los ciudadanos científicamente alfabetizados debe gestarse en la escuela y los docentes están en la obligatoriedad de ofrecer los insumos para que los estudiantes respondan a esa necesidad. Este apartado muestra las propuestas de algunos autores que permiten hacer posible la alfabetización científica en el aula de clase.

Gil y Vilches (2001), presentan una reflexión sobre la imperante necesidad de enriquecer los currículos en ciencias, para atender la exigencia de la formación de ciudadanos científicamente alfabetizados, contemplada desde los National Science Education Standards, así como los obstáculos a los que se enfrenta la inclusión de la alfabetización en las aulas. Los autores refieren que uno de los primeros obstáculos es la falta de claridad en el concepto de alfabetización científica, con el fin de evitar interpretaciones y ambigüedades que le permita a cada cual atribuirle significados; así para algunos la alfabetización científica se entiende en sentido literal, en donde se resume al manejo del vocabulario propio de las ciencias; para otros la alfabetización científica se entiende como alfabetización científica práctica, aquella que permite utilizar conceptos propios de las ciencias en la vida diaria; para otros se podría entender como la alfabetización científica cívica, aquella que permite a las personas intervenir socialmente con criterios científicos.

De ahí los autores plantean la inmersión de los estudiantes en la enculturación científica, como la manera de hacer posible la alfabetización científica impregnados de una cultura científica (Gil & Vilches, 2001). Esta propuesta la explican haciendo una analogía con el aprendizaje de otro idioma, donde la mejor manera de aprender una lengua extranjera es haciendo inmersión en la cultura que hable esa lengua, así para los estudiantes la manera más acertada de alfabetizarse científicamente es por medio de la inmersión en la cultura científica y esto se logra por medio de la construcción de conocimientos a través de situaciones problema, con cierto grado de complejidad generando reflexiones y espacios de discusión guiados por el maestro.

Norris & Phillips (2012), consideran la alfabetización científica como fundamental y derivada. La primera se entiende como el conocimiento propio del lenguaje de la ciencia, donde el estudiante pueda leer un artículo de carácter científico y entienda que dice el texto, de modo tal que los recursos semióticos propios de la ciencia no le sean ajenos, de este modo se enriquece la gramática y se posibilita hablar el lenguaje propio de estas. La segunda entendida como la capacidad de llevar ese lenguaje propio de la ciencia a un contexto, esto le permite además de leer el artículo poder hacer un análisis crítico e inferencial sobre este.

De este modo la alfabetización fundamental y derivada deben hacerse de manera conjunta, de modo tal que a medida que el individuo adquiere conocimientos se forma como ciudadano crítico y reflexivo. Así, está en la capacidad de desarrollar habilidades de orden superior como inferir, problematizar, analizar y resolver situaciones de la vida diaria aplicando los conocimientos propios de la ciencia (Norris & Phillipps, 2012). Esta tarea no es fácil, pero se debe dar un primer paso a fin de empezar a romper las limitaciones culturales y caminar hacia la construcción de estudiantes con posturas claras sobre la responsabilidad que trae consigo el conocimiento.

Torres, Zapata & Pinto (2009), plantean la necesidad de una alfabetización científica que involucre tecnología y cultura, que propicie la responsabilidad con el medio ambiente. Para ello, el trabajo de la alfabetización debe estar atravesada por la ciencia, la tecnología la sociedad y la cultura (CTSC), en donde no se priorice el dar a conocer conceptos y contenidos propios de la ciencia y la tecnología que en muchas ocasiones se enseñan de

manera aislada y descontextualizada, sino que por el contrario se priorice una formación científica y cultural que genere responsabilidad en el accionar del hombre sobre la naturaleza, promoviendo un cambio radical en la manera como el ser humano se relaciona con el medio ambiente. De allí que para los autores el enfoque de la alfabetización científica debe estar encaminado a mitigar el daño del hombre con el medio ambiente, en este sentido la alfabetización científica debe trascender de los muros de la escuela y generar conciencia en los demás actores de la sociedad.

### **1.2.2 El lenguaje y las habilidades lingüísticas en la enseñanza de las ciencias.**

“El hombre es el único animal que tiene palabra” Aristóteles. Esta máxima del pensador griego deja ver como el lenguaje en todas sus manifestaciones es la génesis de la civilización, es la única manera de construcción del conocimiento, de allí el aprendizaje debe estar mediado por el lenguaje. El aula debe convertirse en un espacio en el cual se pueda hablar, leer y escribir sobre ciencias.

Los antecedentes que ofrece esta sección recogen los trabajos que se han cuestionado la necesidad de enriquecer el currículo y las prácticas de aula con el lenguaje. Muestra la importancia de lograr que los estudiantes hablen, lean y escriban el lenguaje propio de las ciencias, es una necesidad del siglo XXI formar ciudadanos empoderados del conocimiento científico.

Chamizo y Yosajandi (2017), plantean la necesidad de introducir en los currículos la lectura y la escritura como ejes claves para el aprendizaje de la ciencia. El planteamiento surge cuando los autores hacen un recorrido por los programas de formación de maestros de varias universidades y no evidencia el trabajo unificado de las ciencias y el lenguaje, este último se da por sentado y no hay una reflexión profunda sobre la necesidad de hacerlo vivencial en el aula de clase. Para los autores el fin del proceso de enseñanza de las ciencias es la alfabetización científica. Y para lograrlo debe estar mediada por currículos donde el aprendizaje se haga de manera propositiva, de este modo la lectura, la escritura y la oralidad deben involucrarse de manera explícita. Los educadores de maestros y los

responsables de las políticas de creación del currículo están en la obligación de orientar a los maestros en el proceso de introducción a la lectura y la escritura para lograr la alfabetización científica.

Si bien es cierto los maestros lo hacen de manera intuitiva pero la intuición no es suficiente, estos deben tener la instrucción para aprender a elegir los textos científicos, diseñar actividades que involucren de manera efectiva la lectura y la escritura, deben ser formados con las herramientas que les permita hacer un análisis de los textos y una correcta escritura, además plantean la importancia de incluir en clase de ciencias no solo textos argumentativos sino la creación de mapas conceptuales y mentales.

Candela y Espinosa (2016), presentan un análisis reflexivo sobre que dice la literatura de la introducción del lenguaje y las habilidades de la oralidad, la lectura y la escritura en el aprendizaje de las ciencias naturales. En el desarrollo de su artículo buscan dar respuesta a la pregunta ¿Qué dice la literatura sobre la integración del lenguaje al aula de ciencias como una herramienta de aprendizaje y de pensamiento de las ciencias?

Para dar respuesta a este interrogante utilizaron una metodología de análisis de contenido, en dicha revisión se rastrearon gran cantidad de artículos y libros. Para hacer la revisión bibliográfica establecieron 3 unidades de análisis: unidades de contexto, unidades de análisis de muestreo y unidades de registro; en la primera unidad se consideraron artículos de reflexión e investigación y los libros de educación en ciencias donde el marco teórico estuviera centrado en el lenguaje como herramienta para el aprendizaje ; en la segunda unidad se hace análisis de la literatura que brinda herramientas metodológicas y teóricas para integrar el lenguaje en la enseñanza de las ciencias naturales, la última unidad se analizan contenidos de las ciencias cuyo eje articulador sea el lenguaje para aprender ciencias.

Los resultados de la investigación evidenciaron cuatro categorías que se deben considerar con respecto a las habilidades lingüísticas en el aula de clase: la Influencia del lenguaje verbal y escrito dentro del aula de ciencias; relaciones entre hablar, escuchar y aprender ciencias; la lectura comprensiva como medio para el aprendizaje de las ciencias; y la escritura como estrategia de pensamiento para el aprendizaje en el aula de ciencias. En



toda la búsqueda bibliográfica los autores evidencian como la literatura nacional e internacional recoge la importancia de la integración del lenguaje al aula como una estrategia de pensamiento y aprendizaje.

García (2018), propone el desarrollo de habilidades lingüísticas en ciencias naturales a partir del concepto de ecosistema en grado séptimo. Para ello diseña una unidad didáctica bajo el modelo constructivista donde el docente asume un papel de orientador. La unidad está dividida en 3 partes, en la primera se invita a los estudiantes a hablar mediante descripción de un jardín con los conceptos propios de las ciencias, sustentación oral de las observaciones realizadas y discusiones en clase a partir de la observación de un vídeo. En la segunda se hace un proceso de escritura orientada mediante la recolección de datos, graficar los resultados y elaboración de un terrario escolar. Y en la tercera parte hace lecturas de textos cinéticos sobre los deterioros que el hombre ha causado en los ecosistemas, daños causados por el fracking al paramo de suma paz y otras lecturas relacionadas con los resultados de las agresiones a la naturaleza.

Para la autora como resultado de la intervención se logró mayor fluidez de los estudiantes para expresar las características de los ecosistemas, una mayor apropiación de los conceptos del objeto de estudio, además obtener un paso de la lectura literal a la lectura inferencial. Por otro lado, los resultados de la investigación demuestran cómo los estudiantes pudieron hablar el lenguaje propio de las ciencias y se dieron espacios de discusión crítico y reflexivo sobre el accionar del hombre en la naturaleza.

### **1.2.3 La lectura comprensiva de textos científicos de naturaleza multimodal como mediador en el proceso de aprendizaje de las ciencias.**

Hacer visible en el aula el lenguaje como eje articulador del aprendizaje implica posibilitar el manejo de todas las habilidades lingüísticas. El aprendizaje de las ciencias debe estar enriquecido por la oralidad, la lectura comprensiva y la escritura del lenguaje propio de estas, donde la lectura se convierte en la habilidad lingüística que permite potenciar las demás habilidades, el estudiante que se convierte en lector de diferentes textos científicos

de naturaleza multimodal está en la capacidad de hablar de los mismos y plasmar sus reflexiones sobre ellos (Bezemer & Kress, 2008).

Es así como este apartado ofrece un análisis de algunas investigaciones donde los autores se han pensado como llevar la lectura al aula. Dentro de los trabajos se encuentran intervenciones e investigaciones que han mostrado como la lectura es un gran mediador para hacer del aprendizaje de las ciencias un constructo más comprensible y menos etéreo.

Márquez y Prat(2005) , en su artículo “leer en clase de ciencias” se proponen identificar como el lenguaje es el instrumento base para el aprendizaje de cualquier área de conocimiento. De este modo la lectura se hace necesaria para la comprensión de diferentes tipos de textos y la apropiación de los contenidos propios de las ciencias naturales. Para los autores, lo importante en la lectura no es la comprensión del texto en sí, sino la capacidad de los alumnos para establecer relaciones entre los conceptos que se expresan en ese texto y los conocimientos adquiridos en otras situaciones. De esta manera la lectura continúa de diferentes textos genera una conexión directa o indirecta entre diferentes saberes, logrando así apropiación del contenido de las ciencias.

En su artículo hacen referencia a la importancia de involucrar en clase la lectura de textos multimodal, de modo que los alumnos puedan hacer interacciones con imágenes, audios y medios audiovisuales que los invite a conversar sobre ciencia. Por otro lado, los autores sostienen que, si bien no es fácil atraer los estudiantes para que lean y menos en ciencias, uno de los primeros pasos es lograr que los docentes se procuren un lenguaje y un discurso fluido, no solo producto de su intuición sino con la fundamentación científica que exige hablar en esta disciplina, la manera más acertada de lograr que los estudiantes se procuren un lenguaje científico es escuchar de sus docentes un lenguaje construido en ese mismo tono.

Oliveras Prat (2014), en su tesis “La lectura crítica a la clase de ciències: propostes, dificultats i perfils lectors”, recoge los resultados de su investigación publicados en tres artículos. Estos, se escribieron durante un año de investigación en el lenguaje y enseñanza de las ciencias, del Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales de la Universidad de Barcelona.

El trabajo de investigación se basó en la aplicación de un instrumento propuesto por la profesora Neos San Martí, denominado C.R.I.T.I.C (*C: Consigna afirmación o problema que se expone en el texto. R: Rol del autor en el documento. I: Ideas o creencias que llevaron al autor a escribir el texto. T: test, como se podrían confirmar las afirmaciones I: Información, que datos o ideas brinda el texto, C: Conclusiones que ofrece el texto*). Los resultados del trabajo de investigación muestran como los estudiantes a partir de la lectura dirigida de textos científicos como “las playas nudistas y sus afecciones para la salud” y “el efecto invernadero y sus consecuencias” hacen apropiación de los conceptos aprendidos en clase de ciencias a realidades propias de la sociedad española. El responder a cada uno de los requerimientos del instrumento obliga a los estudiantes hacer relectura del texto y devolverse varias veces sobre las ideas, de esta manera se hace un proceso de lectura comprensiva que puede relacionar el docente con los contenidos propios de la ciencia.

Candela (2018), propone como la lectura comprensiva aumenta la capacidad de tener éxito en las tareas académicas, de este modo es necesario que los profesores involucren dentro de sus decisiones curriculares la enseñanza de las estrategias de lectura comprensiva en el aula, el autor ofrece algunos principios aplicables en clase de ciencias para enseñar lectura comprensiva. Seleccionando las estrategias de comprensión lectora: se puede incluir la elaboración de mapas conceptuales, resúmenes, organización de gráficos. Planeando la estrategia de lectura comprensiva: en este principio se pueden organizar pequeños grupos de lectura donde se pueda detectar de manera más acertada las debilidades y fortalezas lectoras de los estudiantes.

Así, explicando los recursos semióticos del discurso propio de las ciencias y las estrategias de lectura se ofrecen orientaciones más detalladas para la comprensión del discurso propio de estas. Además, modelando las estrategias de lectura comprensiva: en este principio se invita al docente hacer un proceso de lectura dirigida, mientras los alumnos leen se permite hacer intervenciones que medien en la interpretación del texto, es válido releer las líneas hasta lograr una comprensión de este. El conjunto de estos principios permite sentar las bases de la lectura comprensiva.

### **1.2.4 El trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias.**

Los trabajos experimentales para la enseñanza de las ciencias son de gran importancia, toda vez que parte de la veracidad de estas y la confiabilidad de sus investigaciones y resultados son producto del trabajo experimental, para muchos autores no habría ciencias sin trabajo experimental. Es así, como este apartado presenta algunos trabajos de investigación y artículos de reflexión que evidencian la importancia de la experimentación para la construcción del conocimiento. No en vano la estrategia de Colciencias para la Apropiación social de la Ciencia y la tecnología considera las actividades de tipo experimentales necesarios en los currículos de Ciencias (Colciencias, 2010).

Monroy (2016), desarrollo una investigación para la enseñanza del concepto de materia y sus estados, por medio de la experimentación, dirigida a estudiantes de sexto grado de bachillerato. El objetivo de la investigación era desarrollar las competencias de identificar, explicar e indagar; para ello realizó una secuencia de actividades para generar espacios de interacción donde los estudiantes pudieran desarrollar estas competencias. Para tal fin se propuso una metodología mixta, que le permitió obtener resultados cuantitativos y cualitativos. Los resultados cuantitativos los obtuvo a partir de la aplicación un pretest y posttest, y los resultados cualitativos los obtuvo de la observación de la dinámica de clase en el desarrollo de la secuencia de actividades.

El desarrollo de las actividades estaba dividido en cuatro momentos: un primer momento de indagación de saberes previos de los estudiantes, en la segunda etapa se hacían lecturas de diferentes textos relacionados con el concepto que se estaba trabajando, en un tercer momento el desarrollo de la actividad experimental y finalmente la socialización y construcción en colectivo del aprendizaje. Los resultados de la investigación muestran una gran diferencia entre el pretest y posttest, las preguntas de indagación sobre los estados de agregación de la materia en el pretest presentaron un 42% de acierto y posterior al desarrollo de las actividades experimentales el porcentaje de acierto fue del 82%, resultados muy similares se presentan en las competencias de explicar e identificar. Para la investigadora los resultados del trabajo práctico en el aula favorecen de manera exponencial el desarrollo de las habilidades propias de las ciencias naturales. Y la dinámica

general de las clases se hace más amigable con los estudiantes, les genera mayor confianza y les invita a la comprensión y el aprendizaje de los diferentes fenómenos.

Viviescas y Moreno (2019), plantean un artículo de reflexión sobre el impacto que tiene la experimentación en ciencias naturales para la formación de estudiantes de básica primaria, para tal fin hicieron una revisión de los planteamientos de diferentes autores y la búsqueda de diversas tesis de intervención en donde el propósito es llevar al aula actividades experimentales. Como resultado de su trabajo de investigación las autoras concluyen que la actividad experimental es fundamental para el aprendizaje de las ciencias, de este modo se permite la adquisición de competencias básicas para la construcción del conocimiento científico. De igual manera consideran que las actividades experimentales les brindan tanto a los estudiantes como a los maestros una serie de elementos que permiten dinamizar la clase y tener espacios de construcción que no estén centrados en el maestro o en el contenido, sino que por el contrario pueda centrarse en el estudiante y sus intereses.

Torres (2020), propuso el diseño y construcción de un prototipo de diferentes prácticas experimentales de materia orgánica mediante el uso de una compostera, este trabajo lo desarrolló con estudiantes de grado octavo y noveno. El objetivo de la investigación se enfocó en desarrollar las habilidades científicas de observación y clasificación utilizando como prototipo didáctico la compostera.

La metodología que propuso para su trabajo fue de tipo cuantitativa con un alcance de tipo explorativo. Aprovechando el recurso didáctico que ya existía de manera previa en la institución realizó una serie de actividades exploratorias sobre el conocimiento de los estudiantes respecto a la descomposición de la materia orgánica, posterior a ello diseñó una serie de prácticas experimentales que desarrollaron los estudiantes en la compostera y por último evaluó el alcance de las actividades experimentales con una serie de preguntas a través de un formulario de Google. Los resultados obtenidos posterior a la intervención muestran como las prácticas experimentales lograron desarrollar las habilidades de observación y las de clasificación, el contacto directo con el fenómeno, la observación del objeto de estudio de manera insitu permitió a los estudiantes desarrollar de mejor manera las dos habilidades científicas objeto de la investigación.

### **1.2.5 La enseñanza de los estados físicos de la materia**

Los estados físicos de la materia son el objeto de estudio de esta investigación, de ahí que hacer un análisis de la manera como se ha dado su proceso de enseñanza es de suma importancia. Este apartado recoge algunos trabajos que han evidenciado en la comprensión de este fenómeno una serie de dificultades para su aprendizaje y han generado propuestas encaminadas a brindar soluciones para su enseñanza.

Fernández, Trigueros, & Gordo (1998), se plantean cinco dificultades de los estudiantes en cuanto a la comprensión de la materia. a) La naturaleza de los cambios de estado de agregación de los cuerpos. b) La conservación de la masa, tanto en los fenómenos físicos como en los químicos. c) La naturaleza del fenómeno de la disolución de un sólido en un líquido. d) Las diferencias, en la formación y propiedades, entre un cuerpo compuesto y una mezcla. e) Que los cuerpos compuestos son sustancias puras. Para los autores estas son las dificultades que ellos consideran más notorias en los estudiantes, es importante aclarar que esta afirmación la hacen desde su percepción.

Con el fin de verificar su hipótesis desarrollaron una serie de actividades; como: prácticas experimentales, ejercicios prácticos y explicación de los contenidos. Al término de estas aplicaron varias pruebas con diferentes tipos de preguntas. Los resultados obtenidos les permitieron concluir que los estudiantes a lo largo de sus vidas escolares construyen gran cantidad de conceptos sobre las ciencias “buenos o malos”, esto se evidencia en el hecho que en casi en ninguna respuesta escogieron la opción “no sé”, de allí la importancia de trabajar con los saberes previos de los estudiantes ya sea para reconstruirlos o para reafirmarlos.

En términos generales en las respuestas evidenciaron ideas bastante confusas acerca de la conservación de la masa, la diferencia entre fenómenos físicos y/o químicos, que pasa con la masa en los cambios de estados de la materia, todos estos constructos presentaron un alto grado de dificultad. Para los autores en general la respuesta a las diferentes preguntas dejó ver gran cantidad de vacíos en los estudiantes, en relación con la comprensión de la materia y sus cambios de estado, a pesar de las actividades de intervención las dificultades siguieron persistiendo, confirmando aún más el poder de las concepciones alternativas y lo difícil que resulta cambiarlas o intervenirlas.

Espíndola y Cappannini (2006), desarrollaron un trabajo con alumnos con edades comprendidas entre los 12 y 13 años, buscaban identificar qué tipo de modelos explicativos poseían los alumnos sobre la teoría de las partículas en la explicación de una mezcla. Y a partir de los resultados planear un trabajo experimental para introducir en el aula la explicación y comprensión de los estados de agregación de la materia en la interpretación de las mezclas.

Dentro de los hallazgos encontraron que las definiciones de los estados de agregación de la materia giran en torno a las características macroscópicas como: la forma, la textura y no se contemplan desde la representación microscópica. De igual manera encontraron como los saberes previos de los estudiantes vienen determinados no solo por el saber escolar sino por el contacto con su propio entorno. Cuestionaron a los estudiantes por la arcilla con preguntas como: ¿Alguna vez, antes en ciencias experimentales oíste hablar de la masilla? ¿Sabías para qué se utiliza? ¿Dónde la comprarías? ¿Cómo se fabrica? Las respuestas a los interrogantes se empezaban a dificultar en la medida que les indagaban por el ¿cómo?, este tipo de situaciones les permitió a los autores concluir la urgencia de generar en el aula discusiones que permitan aprendizajes más significativos y ubicados en el contexto.

López y Vivas (2009), en su trabajo de investigación “Estudio de las preconcepciones sobre los cambios físicos y químicos de la materia en alumnos de noveno grado”, se propusieron investigar como las preconcepciones erradas o acertadas de los estudiantes sobre los cambios físicos de la materia, mediaban en la construcción de conceptos más elaborados sobre el fenómeno. El trabajo se describe como una investigación de campo, para llevar a cabo el estudio diseñaron un cuestionario con preguntas abiertas y lo aplicaron a una muestra aleatoria de 28 estudiantes de grado noveno, de una escuela secundaria de Mérida. Las respuestas a las preguntas fueron analizadas por expertos en química de la Universidad de Mérida.

En la gran mayoría de las respuestas se encontró como los estudiantes asociaban los cambios de estado al agua. En relación con la solidificación y la evaporación no les fue posible describir este cambio en ninguna otra sustancia, además se evidenció como para todas las respuestas el ejemplo que proponían los estudiantes siempre giraba en torno al agua. Producto de la investigación los autores hacen algunas recomendaciones para los docentes de ciencias de la institución donde se llevó a cabo la investigación y dejan ver la

necesidad de deconstruir algunas preconcepciones muy arraigadas en los estudiantes con el fin de lograr mejores aprendizajes, además presentan a los docentes la necesidad de organizar su planeación a partir de estas preconcepciones.

Ibáñez y Gianna (2012), en su trabajo de investigación “La teoría cinética molecular y el aprendizaje de la química” muestran como las concepciones alternativas de los estudiantes influyen en el aprendizaje de la teoría cinética molecular. Los autores dejan en evidencia como estas concepciones acompañan el proceso de aprendizaje de la química en todos los niveles de escolaridad, toda vez que su investigación se centró en los estudiantes de los tres primeros años universitarios de ingeniería química, de la Universidad Nacional de Córdoba en Argentina

Para la realización de la investigación diseñaron varios cuestionarios con preguntas abiertas y de selección múltiple con única respuesta. La intención era analizar las representaciones de los estudiantes sobre el modelo corpuscular de la materia. Plantearon una situación problema al colocar sobre una mesa tres objetos: un alambre de cobre grueso, un vaso con agua y un frasco cerrado con un gas. Las preguntas estaban direccionadas a cuestionar como se verían las partículas en cada uno de los casos, los autores describen como a medida que aumentaba el año de permanencia en la carrera las respuestas adquirirían un tono más científico, aunque siempre se orientaban más en el orden macroscópico, como el volumen ocupado por las sustancias, la fluidez presente en los líquidos y ausente en los sólidos.

La investigación muestra como todas las respuestas que se obtenían a diferentes preguntas se daban en el mismo sentido, es decir la explicación se daba solo desde lo macroscópico. De este modo los autores dejan ver como las concepciones alternativas adquiridas durante todo el proceso escolar en donde se estudia la materia desde sus características macroscópicas hacen complejo el proceso de aprendizaje del comportamiento microscópico de la materia. Los autores concluyen en la necesidad de generar estrategias alternativas con enfoques didácticos basados en el tratamiento de situaciones problemáticas destinadas a propiciar un cambio conceptual y didáctico que permita a los alumnos aprender mejor.



## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo general

Articular de forma sinérgica la lectura comprensiva de textos científicos y la experimentación, con el fin de asistir a los estudiantes en la comprensión del fenómeno de los estados físicos de la materia.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Planear e implementar una secuencia de actividades de aprendizaje que representen el fenómeno de los estados físicos de la materia, mediada por el instrumento metodológico de la CoRe, a través de la interacción sinérgica entre la lectura comprensiva de textos científicos y la experimentación.
  
- Documentar las acciones y razonamientos de los estudiantes y el profesor, durante la implementación de la secuencia de actividades de aprendizaje que involucran la lectura comprensiva de los textos científicos y la experimentación referente al fenómeno de los estados físicos de la materia.



## **2. Marco teórico**

El marco teórico es un elemento central que soporta la formulación del problema, el diseño metodológico, el análisis de la información y la presentación de los resultados. En este sentido, los constructos que configuran este estudio son:

- ❖ La alfabetización fundamental y derivada, concluyentes en la alfabetización científica
- ❖ El aula de ciencias como una comunidad de práctica.
- ❖ El papel del lenguaje en la enseñanza de las ciencias
- ❖ Las habilidades lingüísticas en la enseñanza de las ciencias.
- ❖ La multimodalidad y el discurso científico.
- ❖ Interacción sinérgica entre el lenguaje y las prácticas experimentales.
- ❖ Enseñanza de los estados físicos de la materia.

El conjunto de todo este referente teórico da cuenta de la importancia y la pertinencia de este estudio y está en completa concordancia con el planteamiento del problema, los objetivos y las decisiones metodológicas tomadas. De este modo este capítulo ofrece una fundamentación teórica en cada uno de los apartes mencionados y que son teorizados para dar validez al análisis de resultados y las conclusiones de esta investigación.

### **2.1 Alfabetización fundamental y derivada, concluyentes de la alfabetización científica**

En las últimas dos décadas la alfabetización científica se ha venido mostrando como una necesidad apremiante dentro de los currículos de Ciencias Naturales. Los National Science Education Standards (NATIONAL ACADEMY PRESS, 1996) pusieron sobre la mesa, esta

como una meta a la que debía apuntar las ciencias naturales, de allí en adelante se han generado muchas alternativas y muchas propuestas que permitan hacer posible esta alfabetización científica en el aula de clase.

Es así como construir ciudadanos científicamente alfabetizados se ha convertido en un reto para los maestros y en especial para los de ciencias. La génesis de una discusión social y política responsable sobre ciencia y tecnología se debe dar al interior del aula. Al respecto Gil y Vilches (2001) se refieren a la importancia de asumir la alfabetización científica no bajo el significado literal del término, es decir no es solo entender los conceptos científicos, sino además de ello hacer uso responsable de estos en la transformación de la vida diaria.

La respuesta a la pregunta ¿cómo tener ciudadanos científicamente alfabetizados? debe responderse a la luz de la alfabetización fundamental y derivada. La primera se refiere a la correcta utilización de los objetos de aprendizaje, al dominio de los símbolos, de los recursos y de las representaciones, dentro de la complejidad del lenguaje propio de las ciencias. La segunda se apalanca en la primera, toda vez que después de tener individuos con claridad en los conceptos de las ciencias, se pueden generar espacios de reflexión que permitan que todos estos saberes se hagan visibles en la vida y pueda dar respuesta a problemas sociales y reales (Norris & Phillipps, 2012).

En este sentido cuando se logra potenciar ciudadanos con un conocimiento del lenguaje y el discurso de las ciencias, y que además sean capaces de echar mano de todos esos saberes para empoderarse del conocimiento y tomar decisiones informadas se puede decir que se ha logrado el cometido de una alfabetización científica. De este modo, cuando cada uno de los miembros de la comunidad de práctica que se ha gestado al interior del aula, es capaz de implicarse en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología (Gil & Vilches, 2001) se está haciendo camino hacia la alfabetización científica.

De allí que una perfecta amalgama entre alfabetización fundamental y derivada son concluyentes para una alfabetización científica. Esta tarea no es fácil, para obtener un aula nutrida de ciudadanos científicamente alfabetizados son varias las acciones que debe

mediar el maestro para lograr este objetivo. Dentro de las muchas acciones que se deben generar es la posibilidad de hacer una interacción entre las prácticas experimentales en el aula y el lenguaje haciendo uso de todas las habilidades lingüísticas. En este sentido la divulgación de los saberes científicos tiende un puente hacia la alfabetización científica (Estrada, 2011), esta se logra mediante expresiones orales y escritas de cada uno de los participantes de la comunidad.

En conclusión, la alfabetización científica permite dar una explicación y una apropiación de los fenómenos observados, los experimentos realizados y el fomento de actitudes positivas hacia la ciencia (Garmendia & Guisasola 2015). En este sentido el llamado es a desplegar todo un discurso pedagógico en el aula que se nutra de diferentes recursos semióticos, en donde se haga visible y posible el uso de todas y cada una de las habilidades lingüísticas, y se posibilite el acceso al mundo de la ciencia desde una visión más cercana a la realidad y no desde un imaginario que en ocasiones resulta incomprensible para los estudiantes.

## **2.2 El aula de Ciencias como una comunidad de práctica.**

Uno de los retos que los docentes se enfrentan es convertir el aula en un espacio de aprendizaje más que un lugar donde los estudiantes pasan la mayor parte de toda la jornada escolar. En algunos casos el aula no se puede concebir más allá de cuatro paredes, sin embargo, el aula puede ser cualquier espacio donde puedan interactuar los estudiantes con los docentes. Para que esto ocurra es importante tener claro ¿cómo y de qué manera se aprende en el aula?, ¿quiénes construyen el conocimiento?, ¿que deben aprender los estudiantes? Para responder a estos interrogantes, debemos partir del hecho de la naturaleza social del ser humano y como esta favorece que aprendamos continuamente y en cualquier escenario a lo largo de la vida.

El ser humano es social por naturaleza y necesita interactuar con sus pares de manera que pueda construir los aprendizajes que necesitará para integrarse a la sociedad. Esta interacción social y comunicativa se presenta en todos los ambientes desde el hogar, el trabajo o espacios de diversión, lo que influye directamente en la forma como los individuos construyen sus mundos. De este modo, la escuela juega un papel transformador de experiencias de las personas y lo que ocurre dentro de las aulas de clase, es mucho más

influyente que cualquier otra variable, además, el docente tiene un rol importante como mediador tanto del aprendizaje como de las dinámicas sociales en estos espacios de construcción conjunta del conocimiento (Watkins, 2005).

Las comunidades de aprendizaje juegan un papel importante dentro de las estrategias de enseñanza-aprendizaje, pues la construcción del conocimiento con otros fomenta la negociación de los significados tanto de forma individual como colectiva. Es así como estos espacios se convierten, en evidencia importante de cómo la interacción social mejora el aprendizaje, la comunicación, el desempeño y el comportamiento de los aprendices. Sin embargo, como afirma Watkins (2005) hasta hace algunos años las investigaciones se centraban en asuntos como la disposición de los niños en las aulas de clase, la forma de actuar del docente frente a la indisciplina, la preguntas que hacía el docente a los estudiantes, la forma de organizar a los estudiantes, entre otros.

No obstante, se debe dar más importancia a cómo las interacciones sociales y los procesos de aprendizaje, ayudan a mejorar el desempeño académico de los estudiantes, lo que también se verá reflejado en un buen comportamiento (Watkins, 2005). Es que la forma como se maneja el aula es más influyente que cualquier otra variable, es en ese espacio donde los estudiantes pueden encontrar apoyo y afecto, lo que genera lazos de confianza que los lleva a comprometerse con la escuela y a desarrollar habilidades, competencias sociales, actitudes y aptitudes que son valoradas tanto dentro como fuera de la escuela (Salomón et al.1996).

Dado que, aprender es aprender a construir conocimientos con otros, las comunidades de aprendizaje permiten construir conocimiento de manera colectiva, lo que a su vez favorece también la formación individual, es decir, se debe lograr un punto de encuentro entre los saberes individuales y compartidos. Por todo esto, cuando las instituciones se reconocen como comunidades se logra observar resultados positivos en los roles que juegan los docentes y los estudiantes, ya que el colegio se considera, en muchos casos, como un segundo hogar y esto genera sentido de pertenencia, que a su vez influye tanto dentro como fuera de la escuela (Salomón et al., 1996).

Según Watkins (2005), estas instituciones presentan un mejor rendimiento académico en lectura, matemáticas y ciencias, por lo tanto, también tienen un alto índice de alfabetización. En contraste con lo anterior, las escuelas que apuntan a este enfoque son muy pocas, de ahí, que el aula de clases en sí es la figura que mejor se acerca a dar sentido de comunidad apoyada en la planeación curricular.

Los salones de clase son por tanto los centros de las comunidades de aprendizaje, pues los estudiantes son sujetos que activamente lo promueven. Esto se logra a través de la forma como se desarrollan y seleccionan las ideas que poseen los estudiantes (Scardamalia & Bereiter, 1991). Las aulas de clase se convierten en el nicho ideal para generar intercomunicación entre sus miembros, lo que se ve reflejado en más confianza, respeto, motivación, participación, conexión emocional compartida, pertinencia, apoyo y satisfacción. Esto es porque todos los estudiantes aprenden a valorar las ideas de los demás, reflejando un mayor compromiso académico o de las relaciones con sus compañeros.

Según Watkins (2005), las aulas que se comportan como comunidad de aprendizaje, desarrollan más liderazgo y responsabilidad por parte de todos sus integrantes, además, los estudiantes aprenden a preocuparse y apoyarse mutuamente, al igual que a participar en la toma de decisiones, planificaciones y las metas del aula (Solomon, et al., 1996). Esto es posible ya que el docente rompe con su rol transmisionista de conocimiento y se convierte en guía o facilitador del aprendizaje (Brown, 1994), que ayuda a solucionar los problemas de la asignatura, construyendo saberes, reconociendo en los estudiantes, actores necesarios en el engranaje que moviliza el conocimiento.

Por tanto, el docente al fomentar la participación voluntaria deja a un lado los juicios o las etiquetas que pueden llegar a desmotivar a algunos estudiantes. Es así, como el aprendizaje se construye de manera cooperativa sin roles protagónicos, de los que siempre destacan, pues los más tímidos empiezan a ver que sus aportes son tenidos en cuenta. Por lo tanto, los estudiantes desarrollan pensamiento crítico y reflexivo, además de competencias sociales y emocionales (Watkins, 2005).

Así, por ejemplo, una de las ventajas de las comunidades, según Watkins (2005) es que, al incentivar al estudiante a realizar sus propias preguntas, estas incluso pueden llegar a

ser de orden superior. Ahora bien, cuando se trata de construir conocimiento en torno a las ciencias, los interrogantes son planteados teniendo en cuenta el conocimiento y el lenguaje de estas. Conforme a lo anterior, un estudiante puede liderar discusiones haciendo preguntas sobre un objeto de aprendizaje, esto genera discusiones que ayudan a sus compañeros a comprender lo que se está aprendiendo.

Todo lo anterior, lleva a que el estudiante se cuestione, resuma, disipe dudas y justifique sus respuestas, lo que lo lleva a adquirir habilidades para participar o liderar discusiones o debates sobre un aprendizaje particular. Esto apasiona a los alumnos haciendo que construyan argumentos cada vez más elaborados, dejando ver su postura crítica. Estas habilidades argumentativas van apoyadas de órdenes y respaldos, es decir, que los estudiantes aprenden a usar la evidencia, tanto positiva como negativa, para llegar a razonamientos plausibles con mejores estrategias de explicación (Salomón et al., 1996).

Lo anterior es posible, debido al diálogo constante que se genera dentro de las aulas de clase, por lo que el aprendizaje recíproco es el que más destaca. Lo anterior acentúa relaciones más útiles y respetuosas, pues además del conocimiento adquirido, se aprende a esperar turnos y escuchar a los demás (Watkins, 2005) . Esta construcción genera más confianza y menos miedo a la crítica, motivación por aprender por sí mismos, toma de decisiones responsables e iniciativas por comenzar tareas. Es decir, hay un reconocimiento por las ideas previas y los sentimientos de los estudiantes (Brown, 1994).

En este sentido, cuando en un aula los estudiantes entienden y se apropian de la enseñanza y aprendizaje recíproco, su comprensión mejora, lo que a su vez potencia y controla su aprendizaje (Brown, 1994). Sin embargo, esto no se da en todas las aulas y no todos los docentes están capacitados para direccionar una comunidad de estudiantes, es por ello por lo que las aulas deben tener unas características particulares para que cumplan un rol de comunidad de práctica.

*Responsabilidad individual, aptitud y actitud de compartir con sus compañeros:* Todos los miembros de la comunidad, docentes y estudiantes son responsables de las experiencias que comparten y deben asumir el compromiso de sus hallazgos frente a los nuevos conocimientos, es decir, todos deben comprender que nadie es dueño del conocimiento.



Además, los niños deben sentirse libres de encontrar la forma de enseñar y aprender temas que ellos mismos pueden llegar a elegir. Esta “especialización” genera interés voluntario por buscar más información.

De igual modo Brown (1994), añade que, al ser el aprendizaje muy colaborativo, los estudiantes deben aprender a trabajar en parejas o en grupos más grandes, con el fin de promover el uso de la razón en las discusiones mientras trabajan juntos. Es por eso por lo que el docente debe estar atento al trato que manejan los estudiantes con ellos mismos, a orientar cuando sea necesario y a centrarlos en las metas que se acuerden en clase.

*Rituales de participación grupal:* una de las rutinas más comunes es dividir a los estudiantes en pequeños grupos, en los cuales se trabajan diferentes puntos de un aprendizaje central. Por ejemplo: un grupo puede leer y escribir sobre síntomas del dengue, otros sobre sus vectores de transmisión, medidas de prevención, estadísticas, entre otros. Durante la clase los integrantes de cada grupo comentan a los demás sus avances, lo que genera discusión y preguntas por parte de los compañeros. Esto permite que se modelen habilidades de pensamiento crítico y reflexivo, al presentar la nueva información de una manera rápida y sin mucho esfuerzo.

*Una comunidad de discurso:* Es importante que las actividades dentro del aula generen discusiones de orden constructivas, críticas, reflexivas y de cuestionamiento, que involucren pensamientos científicos, evidencias, pruebas, especulaciones y que estos se puedan negociar a partir de los diferentes puntos de vista de cada uno de los participantes (Brown, 1994).

En este punto, el uso de la literatura y las discusiones juegan un papel primordial, pues favorecen las habilidades para pensar y comprender lo que leen, entender sus pensamientos, sentimientos de empatía con sus compañeros y entorno cercano (Solomon et al., 1996).

Es por esto por lo que autores como Noddings (1994), Oser (1986) y Vitz (1990); mencionados por Solomon et al. (1996), discuten la importancia del uso de la narrativa y el discurso para el desarrollo moral.

*Múltiples zonas de desarrollo proximal:* El salón de clases debe reconocer que sus miembros tienen diferentes rutas, ritmos de aprendizaje, al igual que conocimientos, los cuales pueden provenir de diferentes fuentes, como son los mismos estudiantes, docentes y gran cantidad de recursos semióticos y no semióticos.

*Siembra, migración y apropiación de las ideas:* Los miembros de la comunidad deben procurar generar un ambiente donde las ideas y conceptos sean valorados, aportados y apropiados por todos quienes la conforman con total libertad y en el grado que sus capacidades así lo permitan.

Es importante entonces que, al considerar el aula como una comunidad de aprendizaje, esta debe involucrar la construcción individual como colectivo, lo que a su vez mejora la alfabetización fundamental y derivada, puesto que el aprendizaje es mucho más variado al construirse entre todos los miembros cuando estos hablan, escuchan, leen o escriben los saberes que se construyen en clase.

De manera semejante a las características del aula, la naturaleza del plan de estudios tiene un rol importante dentro de las comunidades de aprendizaje. Según Brown & Campione, (1994) el docente debe saber que el contenido del currículo se “descubre”, se comprende y se transmite de manera eficiente, alentando a los estudiantes a que encuentren por sí mismos el camino de sus estudios. En consecuencia, se debe empezar a decantar y seleccionar los aprendizajes que son más significativos para los estudiantes, que generen discusión y puedan ser revisados con frecuencia.

Es así como, el docente debe participar con más libertad y en comunión con los estudiantes para determinar qué aprendizajes debe abordar. En la mayoría de los colegios los docentes deben diseñar el currículo con el cual se trabajará durante el año escolar, sin embargo, las discusiones y las preguntas que se generan en el aula puede llevar a tomar otros caminos que no estaban contemplado en el plan de estudio, como resultado de un interés particular de la comunidad de los estudiantes, lo que puede incluso variar en diferentes salones de clase que cursan el mismo grado. Por tanto, el profesor debe estar atento del interés repentino que muestren los estudiantes por determinado objeto de aprendizaje y debe alentarlos a que profundicen más en él (Brown & Campione, 1994).

## **2.3 El papel del lenguaje en la enseñanza de las ciencias.**

### **2.4**

El lenguaje está presente en todas las acciones del ser humano, tanto intelectuales como las de relación. De ahí que, permite darle la categoría de facultad humana por excelencia, en todos los contextos el individuo está haciendo uso de este, convirtiéndolo en la columna vertebral de los procesos de formación de cualquier disciplina, pero si bien es cierto en gran parte de los espacios de aprendizaje se está haciendo uso del lenguaje, la enseñanza de las ciencias debe estar permeada de manera explícita por este (Sutton, 2003).

Un gran número de autores, entre los que se puede destacar Lemke, Sutton y Sanmartí, han mostrado como el aprovechamiento del lenguaje en la enseñanza de las ciencias hace posible la construcción de significados en el aula de clase. Es tarea del maestro mediar en la construcción de espacios que permitan la lectura del discurso científico (Sutton, 1996) y la reflexión a partir del uso del lenguaje y las herramientas que este brinda. De este modo el maestro se convierte en un gestor del aula y promueve el conocimiento científico, no como un transmisionista de contenidos sino como un mediador que ofrece varias posibilidades para el aprendizaje de las ciencias, en lo que Sutton (2003) denomina “los profesores de ciencias como profesores de lenguaje”.

El lenguaje brinda las herramientas para que esas personas ávidas de conocimiento se sumerjan en el mundo de la ciencia y se apropien de los contenidos que se ofrecen el aula de clase. De este modo el maestro se convierte en un gestor de conocimiento y no es un trasmisor de este, se provoca el pensamiento en los estudiantes y se les confronta con su propia realidad. El aula así se transforma en un escenario que abre puertas hacia nuevos mundos mentales, que permiten interpretar la realidad y hacerse consiente del aprendizaje (Sutton, 2003).

¿Por qué el énfasis en el lenguaje? Porque este, no es solo vocabulario y gramática: es un sistema de medios para construir significados (J. Lemke, 1998). El lenguaje ofrece una variedad de recursos para cimentar el conocimiento y mediar en los procesos de

aprendizaje. Además de un vocabulario y una gramática proporciona semántica y sintáctica. Para hablar y comprender el discurso científico, se debe conocer el significado de los conceptos, de este modo se enriquece la apropiación de la ciencia la tecnología y la innovación. Se debe aprender a considerar la enseñanza de las ciencias como un proceso social e introducir a los alumnos, al menos parcialmente dentro de la comunidad de personas que hablan ciencia (Lemke, 1998). Es decir, un proceso de enculturación, dando la posibilidad a los aprendices de abrir sus mentes y sumergirse en un mundo de saberes que en muchas ocasiones les ha sido ajeno.

## **2.5 Las habilidades lingüísticas en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.**

Incorporar las habilidades lingüísticas a los currículos escolares es una respuesta a las constantes demandas de un mundo globalizado. Es un error dar su existencia por sentado y pretender que estas se fortalecen de, manera espontánea (Reyzábal, 2012), para su apropiación se requiere intencionalidad explícita. Es deber de la escuela y de los maestros posibilitar a los estudiantes escuchar, hablar, leer y escribir para la construcción de significados.

En todas las clases se habla, se lee y se escribe; pero en clase de ciencias se debe hacer con el lenguaje propio de estas. Aprender esta disciplina implica apropiarse de las maneras y formas de pensar, hablar, leer y escribir sobre los hechos y las situaciones de la vida cotidiana, permear la enseñanza de las habilidades lingüísticas posibilita a los estudiantes hacer procesos de enculturación científica (Sanmartí, 2007) .En este sentido los maestros deben proponer a sus alumnos formas más complejas de comunicación que los confronte con el conocimiento científico y los haga entender la aplicabilidad de las ciencias.

Las competencias comunicativas no se desarrollan como producto de estrategias aisladas e inconexas, el éxito de su apropiación depende de una planeación organizada e intencional (Reyzábal, 2012). Esto implica que los espacios de escucha, diálogo, lectura y escritura deben ser direccionados por el maestro con metas y objetivos claros, ello requiere

también ser consiente que para los estudiantes algunas habilidades les resultan más agradables que otras, esta realidad implica diseñar estrategias en las cuales todos se sientan incluidos y el aprendizaje sea un disfrute para todos los miembros de la comunidad.

En el momento donde las habilidades lingüísticas se desarrollan para el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias, los estudiantes construyen conceptos más elaborados que no resultan de la transmisión y asimilación de un contenido, como una verdad absoluta sino, producto de una discusión reflexiva que surge al interior del aula de clase, y de la cual emergen conceptos y apropiaciones del discurso científico. La alfabetización científica es una necesidad latente en el mundo y no es posible lograrla si el individuo no es capaz de hablar, leer y escribir el lenguaje propio de las ciencias (Izquierdo, 2000).

La relación entre las habilidades lingüísticas es simbiótica, resulta casi imposible que alguna de ellas pueda coexistir sin la otra. Por consiguiente, las tareas que se proponen deben estar tan bien pensadas, que permitan fortalecer la escucha, la lectura, la escritura y la oralidad. El maestro debe tener la capacidad de convocar a sus alumnos a transitar por cada una de estas habilidades, encontrando en cada una de ellas herramientas que potencian su aprendizaje.

Siendo la habilidad de la escritura la más compleja de todas, no es tarea fácil lograr que los estudiantes construyan un texto y presenten coherencia y argumentos en el mismo, es un proceso dispendioso que requiere entrenamiento y acompañamiento. Esta construcción de producciones escritas debe estar acompañada de un alto contenido de lectura dirigida (Candela, 2018), de modo tal que el estudiante pueda construir en medio de la lectura conceptos que pueda explicar. En consecuencia, se logra asistir al desarrollo de la oralidad, y fortalecer el discurso oral y escrito. El conjunto de las habilidades lingüísticas soporta el aprendizaje de las ciencias naturales y la apropiación social de la ciencia la tecnología y la innovación (Colciencias, 2010).

## 2.6 La multimodalidad y la lectura del discurso científico

Históricamente la palabra se ha considerado el medio más representativo del ser humano para comunicarse, generando una cultura logocentrista (Parodi & Giovanni, 2017), donde el sistema verbal ha sido considerado el centro de la difusión de las ciencias y la forma de comprender los fenómenos asociados a ellas. Pero esta forma de pensamiento se ha ido modificando, y las últimas reformas educativas han girado su mirada hacia una visión más amplia en la manera de comunicar, comprender y difundir las ciencias. Los textos escolares, las investigaciones, los artículos de reflexión entre otros han pasado de una escritura expositiva a la utilización de un lenguaje más ilustrado y menos denso.

La concepción de multimodalidad formulado desde la semiótica social de (Halliday, 2001) sumado al concepto que sobre el mismo explica Kress y van Leeuwen (2002) abren las puertas para entender que la palabra no es el único recurso de comunicación (Mora, 2018). Por el contrario, la manera de entender y explicar ciencias se nutre desde la gestualidad, la corporeidad y la suma de todas las posibles formas de expresión que emergen de la naturaleza misma del ser humano.

En tal sentido es válido considerar la multimodalidad como el uso de diversos modos semióticos en el diseño de modos combinados (Vergara, 2018). Así, la lectura del discurso científico se ha nutrido con la utilización de imágenes, videos, tablas, gráficos, simuladores; entre otros, no es casualidad que la alfabetización científica presente como enfoque la utilización, apropiación y divulgación de la ciencia a través de diversos recursos tecnológicos. Hay que mencionar, además como este nuevo abanico de recursos invita al profesor a tener un rol protagónico en el acercamiento de los estudiantes a estos nuevos modos de entender y leer las ciencias.

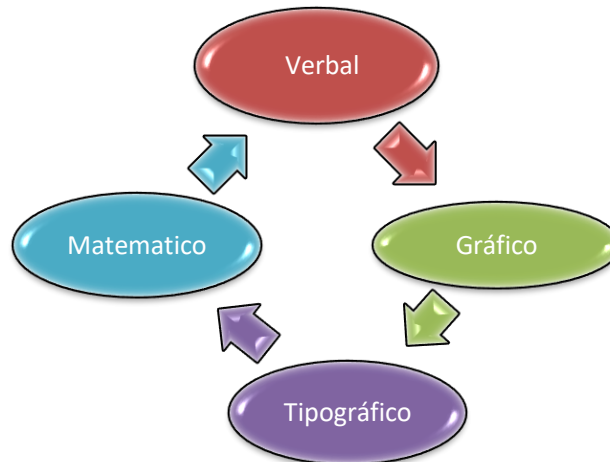
La meta actual de la educación en ciencias está enfocada en permitir al estudiante ser capaz de comprenderlas dentro de un contexto sociocultural (Candela, 2018). El cumplimiento de esta meta convoca al profesor a generar espacios en el aula de clase en donde los estudiantes puedan hablar, escribir, diagramar, hacer registros escritos y fotográficos de sus experiencias, plantear conclusiones y poner en discusión los aciertos y desaciertos de sus producciones y las de sus compañeros, todo este tipo de acciones

finalmente se configura en una comunidad de práctica que se permite una lectura comprensiva del discurso científico (Candela, 2018).

En la última década se ha evidenciado un progresivo desarrollo de textos multimodales por lo que es importante aprovecharlos como portadores de conocimiento e información (Vergara, 2018). Pero todo este amplio universo de recursos también demanda una gran responsabilidad del maestro, para orientar a los estudiantes y no dejarlos naufragar en un mar de información, que puede informarlos y alfabetizarlos científicamente, pero también los puede desinformar y confundir.

Atendiendo a esta demanda de información y de recursos es labor del maestro hacer una selección cuidadosa para no sobrecargar al estudiante de información y generar una sobre estimulación visual y auditiva. Para ello es importante considerar la necesidad, la claridad, la importancia y la pertinencia del texto multimodal que se esté utilizando, de este modo se logra convocar a los estudiantes a la lectura de un texto multimodal que permita la comprensión del discurso científico (Rojas, 2021). Es importante considerar que los textos multimodales están contruidos en base a sistemas semióticos que se interrelacionan entre sí y permiten una mejor comprensión del fenómeno (véase figura 2-1).

**Figura 2-1:** Sistemas semióticos constitutivos del texto multimodal.



Adaptado de (Parodi, 2017)

El sistema verbal se refiere a las palabras, frases y oraciones que constituyen un texto, es decir se agrupa la gramática, la fonética y la semántica del texto. El sistema gráfico hace referencia a los trazos, las formas que dan estructura a las representaciones. El sistema matemático está representado en los signos, grupos de gráficas, alfabetos y representaciones y el sistema tipográfico enmarca lo que en conjunto quiere comunicar el texto, es decir hace posible que cada uno de los recursos semióticos estén articulados para comunicar una idea. Este sistema tipográfico va más allá de la parte estética, por el contrario, construye una sintaxis entre todos los modos de representación, logrando que el texto en conjunto sea una sinergia de sistemas (Parodi, 2017).

La posibilidad que brinda la comprensión de las ciencias con la utilización de textos de naturaleza multimodal está en completa consonancia con los diferentes tipos de aprendizaje. Es importante no perder de vista que el aula es un universo en el cual convergen una serie de variables que se deben tener en cuenta a la hora de proponer un ambiente de aprendizaje, no todos los estudiantes aprenden de la misma manera. Unos son más visuales, otros más kinestésicos, otros por el contrario más auditivos, y para atender todas esas necesidades el texto multimodal se convierte en un aliado perfecto para hacer lectura comprensiva del discurso científico (Candela, 2018).

Existen muchas evidencias que dan cuenta de las ventajas que representa para la comprensión de los fenómenos de las ciencias, la utilización de textos de naturaleza multimodal (Candela, 2018). Cuanto más nutrido este el objeto de aprendizaje de diferentes modos de representación, más significado cobra para los estudiantes aquello que están aprendiendo. Por lo cual es necesario ofrecer una variedad de posibilidades para permitir a los aprendices ver la ciencia como un mundo dinámico en donde no hay, verdades absolutas.



## **2.7 La experimentación en sinergia con las habilidades lingüísticas.**

Sin lugar a equívocos se podría aseverar que la enseñanza de las ciencias y en especial la química, resultan de imposible comprensión sin el componente experimental, su aprendizaje debe ser lo más tangible posible para que cobre sentido y significado para los alumnos (Urbina, 2001). En el caso particular de esta disciplina, se hace indispensable un proceso de enseñanza-aprendizaje más vivencial, para que los niños y jóvenes se sientan más motivados, la implementación de estrategias relacionadas con la experimentación genera un mayor acercamiento del estudiante a la comprensión de los fenómenos naturales (Viviescas & Moreno, 2019).

En ciencias resulta imposible que el estudiante memorice todos los conceptos y en caso de que pudiera hacerlo no tendría sentido. La capacidad de olvido es equivalente a la capacidad de memorización, de modo que un aprendizaje basado en la transmisión y memorización de conceptos es tan ineficaz como insuficiente, lo importante en la enseñanza es permitir que el estudiante sea participe de su propio conocimiento (Viviescas & Moreno, 2019), orientándolo hacia un proceso de razonamiento y análisis, de esta manera el maestro se convierte en una guía, que empodera al estudiante de conocimiento y lo convoca hacer apropiación de la ciencia.

Adicional a las actividades experimentales el trabajo al interior del aula debe estar acompañado del desarrollo constante de las habilidades lingüísticas. Si bien es cierto las actividades prácticas apuntan al fortalecimiento de competencias como: identificar, controlar variables, observar, medir, entre otras, es necesario complementar estas con habilidades relacionadas con la expresión y comunicación de las ideas (Puig & Márquez, 2003). Para conseguir un buen resultado con las actividades y que no se convierta en una estrategia más, es necesario brindar fundamentos teóricos a fin de obtener resultados experimentales concretos, pero también conclusiones, argumentos y análisis no solo verbales sino también escritos (Puig & Márquez, 2003).

Así, actividades experimentales, fundamentación teórica y lenguaje se convierten en la triada perfecta para la enseñanza de las ciencias. La unión coherente de las tres posibilita

hacer un acercamiento a la construcción de conocimiento científico (Sanmartí & Márquez, 2003). No es necesario establecer un orden jerárquico o de linealidad entre ellas, por el contrario, la existencia de la una permite el accionar de la otra. La experimentación es fuente de conocimiento, que se hace visible cuando se acompaña del lenguaje, una buena construcción de análisis debe ser producto de una buena experiencia, de este modo se genera una correlación entre las tres que permite que el aprendizaje deje de ser pasivo y los estudiantes sean sujetos activos de su aprendizaje.

## **2.8 La enseñanza de los estados físicos de la materia.**

La química para los estudiantes se ha concebido como un extraño mundo que se debe aceptar porque es una verdad absoluta, su difícil análisis está reservado para científicos que se han arriesgado a entrar en este oscuro universo de cosas tan incomprensibles como irreales. El desafío de enseñar química está en acercar a los estudiantes a la tangibilidad de las ciencias.(Pozo & Crespo, 1998) .La primera limitante que se debe vencer para enseñar esta disciplina es romper con las ideas intuitivas de los estudiantes de considerar la materia estática y que su estado natural es el reposo.

Varios estudios han demostrado que aprender ciencia requiere un profundo cambio conceptual que ayude a reorganizar las representaciones intuitivas o cotidianas de los alumnos. Por tanto, para lograr un verdadero aprendizaje es preciso diseñar estrategias de enseñanza orientadas al logro de ese cambio conceptual (Ángel et al., 2004). No en vano la gran mayoría de investigaciones y artículos de reflexión que indagan por las dificultades en la enseñanza de la química, se enmarcan en las concepciones alternativas como la gran limitante para la enseñanza y el aprendizaje de este campo del conocimiento. Esta situación se presenta en diferentes niveles de escolaridad (Ibáñez & Gianna, 2012), lo que deja ver que la dificultad no es sencilla y es deber de la escuela y de los maestros generar estrategias que rompan con estas barreras.

### 2.8.1 Conocimiento químico sobre estados físicos de la materia.

La materia es sin duda una de las áreas más importantes de la ciencia. Basta, para convencerse de ello, señalar que aparece en todos los programas escolares desde la primaria hasta el bachillerato, así como en todos los programas de educación en ciencias básicas de las universidades. La cuestión para examinar es entonces la rigurosidad de los conocimientos en los diferentes niveles de escolaridad, en lo particular para este caso lo que respecta a la educación en básica secundaria (Ángel et al., 2004). Enseñar la materia supone preguntarse qué es o, para tomar el problema de una manera más operativa, ¿cuáles son las propiedades que caracterizan a la materia? de hecho hay bastantes y como se entienden sus estados físicos.

*La materia es pesada:* Más precisamente, una cierta muestra de materia siempre tiene la misma masa incluso si sufre transformaciones. Por ejemplo, si tomas cierta cantidad de agua líquida y la congelas, la masa del líquido siempre será igual a la masa del hielo.

*Ocupa espacio (un cierto volumen):* Una muestra de materia sea la que sea, siempre ocupa un volumen determinado. Sin embargo, a diferencia del caso anterior, este volumen depende de las transformaciones sufridas y por tanto no es en absoluto constante. Por ejemplo, una determinada muestra de gas puede comprimirse o expandirse: su volumen varía. De manera similar, el volumen de una muestra de agua en estado líquido es menor que el volumen de la misma muestra una vez que el agua se ha congelado.

*La materia puede moverse:* Esta es una propiedad obvia que no requiere ningún comentario en particular, y resulta importante para entender la discontinuidad de la materia y en donde su estado natural no es el reposo.

*El material obedece a un principio de conservación:* Esta es la propiedad más esencial a la que volveremos. Podemos formularlo así: la materia no aparece y no desaparece espontáneamente. Si la materia aparece en alguna parte, ha desaparecido en otra parte. El principio de conservación de la materia conduce lógicamente al de la masa que se explicada al inicio de las propiedades.

*Sólidos, líquidos y gases* La materia nos llega en formas muy variadas que solemos clasificar en tres categorías: sólidos (son rígidos, indeformables y tienen forma propia). Líquidos (fluyen y toman la forma de los recipientes que los contienen) y gases (ocupan todo el espacio disponible para ellos; se dice que se difunden por todo el espacio accesible para ellos).

Entonces, por ejemplo, una pieza de madera es sólida. La leche a temperatura ambiente es líquida. Esta conveniente distinción, sin embargo, tiene importantes limitaciones. No es fácil elaborar las propiedades de cada categoría. Por ejemplo, las que hemos indicado para los sólidos pueden fallar fácilmente. Se dice que un sólido es rígido, pero una hoja de metal puede ser flexible. Se dice que es indeformable, pero cualquier metal puede deformarse más o menos fácilmente (piense en un cable eléctrico de cobre). Asimismo, la mayoría de los sólidos se pueden romper. Se dice que tienen su propia forma, pero algunos sólidos son maleables (plomo, plastilina). Por lo tanto, podemos ver toda la ambigüedad de estas propiedades.

La línea divisoria entre categorías no es clara. ¿Dónde clasificar, por ejemplo, miel, pegamento, plastilina? No hay una respuesta definitiva a esta pregunta. Las personas que estudiaron física después del bachillerato recordarán que es posible pasar del estado líquido al estado gaseoso (y viceversa) sin observar la más mínima discontinuidad. La distinción entre el estado líquido y el estado gaseoso, por lo tanto, no es una distinción fundamental: los científicos los agrupan bajo el nombre de "fluidos". También saben que, dependiendo de las condiciones, la distinción sólida/líquido/gas no es suficiente. Se han considerado otros estados como plasmas o cristales líquidos. (Brady & Senese, 2008)

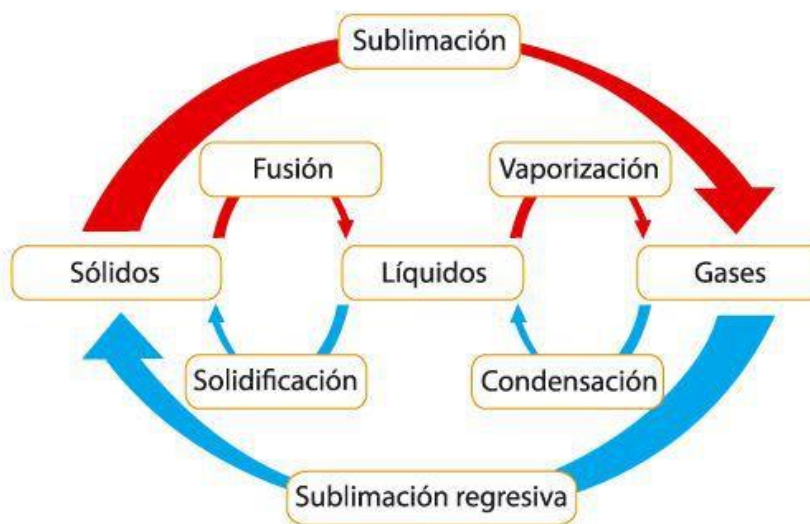
Finalmente, si un determinado número de cuerpos puede cambiar de estado (por ejemplo, pasar del estado sólido al estado líquido) no es igual para todos. Por ejemplo, no podemos cambiar la madera de un estado sólido a un estado líquido. Por tanto, el estudio de los cambios en el estado de la materia está necesariamente limitado a ciertos cuerpos. Son casi esencialmente cuerpos puros.

Las consecuencias son las siguientes. No podemos ir completamente en contra del lenguaje cotidiano y, por lo tanto, podemos hablar de sólidos, líquidos y gases para una amplia gama de materiales. Por otra parte, debemos reservar el término estado físico para los cuerpos puros que son (salvo algunos detalles) los únicos que pueden cambiarlo. Podemos decir, por ejemplo, que la madera es un sólido, pero no que la madera está en estado sólido. Por el contrario, diremos que el hielo es agua en estado sólido y no que es agua sólida.

### Cambios de estado de un cuerpo puro

En los casos más simples, las sustancias puras tienen las siguientes propiedades. Se pueden encontrar en uno de tres estados físicos: sólido, líquido o gaseoso. Por ejemplo, el agua puede estar en estado líquido, sólido (hielo) o gaseoso (vapor de agua). Pero la propiedad es general: conocemos el nitrógeno en estado gaseoso (uno de los constituyentes del aire); algunos pueden haber visto o incluso manipulado nitrógeno líquido; y bajo ciertas condiciones de temperatura y presión, el nitrógeno puede solidificarse. Pueden cambiar de un estado físico a otro de forma reversible. Todo el mundo conoce el famoso diagrama que resume los seis cambios de estado de las sustancias puras (Ortega Miranda, 2015).

**Figura 2-2:** Diagrama de los seis cambios de estado de las sustancias puras



Adaptado de (Ortega Miranda, 2015)

### Estado sólido

Los cuerpos macroscópicos de estado sólido se caracterizan por tener: (1) formas y volúmenes definidos; (2); tasa de difusión extremadamente baja y (3) baja compresibilidad. Desde un punto de vista microscópico, un sólido está formado por partículas (átomos, iones o moléculas) en posiciones definidas, cuyo arreglo puede ser amorfo (desordenado) o cristalino (ordenado).(Brady & Senese, 2008; Rusell, 2004).

Los cristales que se forman a partir de sólidos cristalinos tienen propiedades físicas que están relacionadas con su tipo y pueden ser un cristal iónico, covalente, molecular o metálico. Los cristales moleculares están formados tanto por átomos individuales como por moléculas, son fácilmente deformables, tienen un punto de fusión bajo y son malos conductores de la electricidad porque los electrones no tienen libertad de movimiento (Brady & Senese, 2008; Rusell, 2004).

Los cristales covalentes o sólidos atómicos están formados por átomos unidos mediante enlaces covalentes a otros átomos, formando estructuras gigantescas, de dimensiones atómicas. Estos cristales tienden a ser muy duros, tienen un alto punto de fusión y generalmente son malos conductores de electricidad debido a que los electrones no tienen libertad de movimiento (Brady & Senese, 2008; Rusell, 2004).

Los cristales iónicos tienen cationes y aniones que ocupan puntos en el espacio reticular y se ordenan para maximizar las atracciones y minimizar las repulsiones, siendo determinados principalmente por los tamaños relativos de los iones y sus cargas. Estos cristales tienden a tener un alto punto de fusión; en estado sólido no conducen la electricidad, pero fundidos son buenos conductores de la electricidad; son duras, pero quebradizas.(Brady & Senese, 2008; Rusell, 2004).

Los cristales metálicos son buenos conductores de la electricidad, tienen un brillo característico. En su modelo más simple, todos los puntos de las celdas unitarias están ocupados por iones positivos rodeados por una nube de electrones formada por electrones

de valencia. Estos electrones pertenecen al cristal en su conjunto y se mueven con facilidad, facilitando una alta conductividad eléctrica (Brady & Senese, 2008).

### Estado líquido

Una porción macroscópica de materia en estado líquido tiene un volumen definido y una forma indefinida, porque todo líquido toma la forma del recipiente que lo contiene. Otras propiedades utilizadas en su caracterización son: tensión superficial y viscosidad. Todo líquido tiende a minimizar su área de superficie, porque las moléculas en su superficie son atraídas por las moléculas del interior (Rusell, 2004).

Por otro lado, los líquidos fluyen (se mueven) por la acción de fuerzas y la viscosidad está relacionada con la resistencia que oponen a fluir. Tal resistencia se debe al movimiento de las partículas de líquido en una dirección diferente a la del flujo (Rusell, 2004).

La fluidez se define como la inversa de la viscosidad, es decir, cuanto mayor es la fluidez de un líquido, menor es su viscosidad. La fluidez de un material en este estado es mayor que en estado sólido y menor que en estado gaseoso. Este hecho indica que las partículas que componen un líquido tienen mayor libertad de movimiento que cuando se encuentran en estado sólido y menor libertad de movimiento que cuando se encuentran en estado gaseoso (Rusell, 2004). Por el contrario, la libertad de movimiento de las partículas en un líquido puede usarse para explicar por qué no tiene una forma definida.

### Estado gaseoso

Un material en estado gaseoso llena por completo cualquier recipiente que lo contenga, en un proceso espontáneo de expansión. Por lo tanto, un gas tiene una forma y un volumen indefinidos. El comportamiento de un gas se puede describir utilizando tres variables: presión, volumen y temperatura, generalmente relacionadas matemáticamente en expresiones llamadas ecuaciones de estado. La falta de definición del volumen de un material en estado gaseoso, frente a la definición del volumen del mismo material en estado líquido, nos lleva a suponer que las partículas del gas tienen mayor libertad de movimiento que en el líquido y en el sólido. De esta forma, se puede explicar por qué los

gases: (1) son muy comprimibles y (2) se expanden espontáneamente, llenando por completo un recipiente (Rusell, 2004).



### **3. Aspectos metodológicos**

Es así como manteniendo una coherencia entre el planteamiento del problema y los objetivos de la propuesta de investigación, se consideró pertinente la utilización de un enfoque metodológico de tipo cualitativo interpretativo por estudio de casos. Esta metodología permitió comprender a profundidad cómo la interacción sinérgica entre la lectura comprensiva de textos científicos y la experimentación ayudaron a los estudiantes de grado séptimo a comprender el fenómeno de los estados físicos de la materia.

Dentro de las razones por las cuales se escogió este enfoque de investigación, están lo propuesto por Grinnell (2005), donde se consideran los estudios de tipo cualitativo interpretativo como ambientes naturales. En estos los participantes se comportan de manera natural, con las situaciones de la vida cotidiana. Las variables no se controlan, la realidad de cada uno de los participantes, las condiciones del contexto son tenidas en cuenta en el análisis de los datos.

En esta misma línea Ruiz (2007), considera que los métodos cualitativos estudian la vida social en un propio marco natural. Esta condición permite a los participantes no modificar su accionar diario, por el contrario, todas estas experiencias enriquecen el análisis de la información. De igual manera las investigaciones de tipo cualitativo se realizan desde un enfoque inductivo, iniciado con un proceso de exploración y en el devenir de la investigación se generan las exploraciones que permiten formular las teorías.

Adicionalmente, la investigación es de tipo interpretativo ya que se enfoca en analizar el significado de cada una de las acciones del sujeto, de las realidades de cada uno de los participantes, su forma de hallar significados y su relación con el objeto de estudio. Este tipo de enfoque investigativo brinda un posicionamiento ontológico multirreferencial en donde

el accionar del sujeto es cambiante como producto de ser un individuo social (Álvarez & Gayou, 2003).

A su vez la propuesta investigativa se asumió por estudio de casos toda vez que posibilita centrarse en un grupo de estudio y una situación particular. Este método de investigación permite reducir el campo de investigación y centrar la atención en un grupo preciso al cual se le hizo un análisis de diferentes variables (Stake, 1994). Para el caso preciso de este trabajo se pretendió comprender los cambios que presentaron un grupo de estudiantes en el aprendizaje del fenómeno de los estados físicos de la materia, posterior a la implementación de una secuencia de actividades donde se desarrolló la unión sinérgica entre la lectura de textos multimodales propios de las ciencias y la experimentación para la comprensión del fenómeno de los estados físicos de la materia.

Dentro de los estudios de caso esta propuesta investigativa se asumió como un estudio de caso instrumental teniendo en cuenta que el caso se seleccionó de manera intencional para la investigación. Para Stake (1994), los estudios de caso instrumental se refieren al estudio de una situación en cuestión que se deben investigar, una situación paradójica, una necesidad de comprensión general. Los sujetos objeto de estudio brindaron la suficiente información que permitió comprender sus acciones y razonamientos como producto de la intervención con la secuencia de actividades que considera la lectura comprensiva de textos científicos de naturaleza multimodal y la experimentación como mediadores en la comprensión del fenómeno de los estados físicos de la materia.

### **3.1 Justificación del caso**

En esta investigación se asumió un estudio de casos teniendo en cuenta lo propuesto por Barzelay (2004). Quien indica que una investigación de este tipo debe responder a interrogantes que se pregunten por el “cómo”, por qué “para que” o “cuándo”, en tal sentido el estudio de caso que convoco este trabajo de investigación se centró en dar respuesta a ¿cómo la interacción sinérgica entre la lectura comprensiva del discurso científico y la experimentación, asisten a los estudiantes de grado séptimo en la comprensión del fenómeno de los estados físicos de la materia?.

Como se explicó en el apartado anterior dentro de los estudios de caso esta investigación se enmarcó como un estudio de caso instrumental, donde la investigadora de manera intencional provocó las situaciones de aprendizaje. Este tipo de estudio implica para el investigador la generación de situaciones y espacios que se den de manera natural, sin abandonar las acciones intencionales que darán respuesta al problema de investigación (Stake, 1994). De igual manera, se consideró algunas características que debía cumplir el caso para ser sujeto de análisis y estudio, tales como: disponibilidad para acceder al objeto de estudio y el material de enseñanza, empatía entre la maestra investigadora y los estudiantes, con el fin de lograr espacios de discusión libres de presión donde los investigados se comportaran de manera natural (Stake, 1994).

Así, en esta misma línea de ambientación del caso se consideró que los cuatro actores del caso: maestra investigadora, estrategia de enseñanza, material de estudio y estudiantes debían cumplir unas condiciones. Estas debían invitar a construir sinergia entre la lectura del discurso científico y la experimentación para mejorar la comprensión del fenómeno de los estados físicos de la materia en los estudiantes de grado séptimo.

**Maestra investigadora:** Debía tener un conocimiento pedagógico del contenido de la química con fundamentos del lenguaje propio de las ciencias. Esta condición implica tener una formación académica que le permite hablar con claridad del objeto de estudio, con dominio del lenguaje que configura la enseñanza de las ciencias permitiendo así el tránsito por las diferentes habilidades lingüísticas.

Por otro lado, una maestra que tuviera empatía con los estudiantes. Esto le permite acercarse más para lograr un buen ambiente de clase, con una participación continua en cada uno de los espacios de discusión. Es una maestra inquieta y preocupada por la mejora continua de los procesos académicos de sus estudiantes, así como la disponibilidad para brindar información y dar respuesta de manera insitu (Candela, 2016).

**Estrategia de enseñanza:** está enfocada en la lectura de textos propios del discurso de la ciencia unidos con la experimentación, promoviendo de manera continua el uso y apropiación de la lingüística y la semiótica. De este modo permite dar las herramientas para mejorar la comprensión del fenómeno de los estados físicos de la materia. Esta estrategia de enseñanza transforma el aula de clase en una comunidad de práctica en la

cual todos los actores tienen la posibilidad de exponer sus puntos de vista y llegar acuerdos en conjunto, es decir, el conocimiento pasa de ser centrado en el profesor y el contenido para centrarse en el estudiante.

**Material de enseñanza:** este material fue diseñado de manera intencional, en él se contemplaron cuatro sub-ideas, que se desarrollaron en tres momentos. El primero corresponde a una fase de exploración, esta se aborda desde una actividad experimental, el segundo una fase de introducción, esta se trabaja con textos de naturaleza multimodal y multimedial, allí se hace especial énfasis en el objeto de estudio y una última fase denominada aplicación, en esta se aterriza el contenido en una situación del contexto.

Todas, las tareas del material de enseñanza están nutridas con la lectura de los diferentes recursos semióticos que configuran el discurso de la ciencia. Así, la construcción en colectivo y la discusión en el aula configuran una comunidad de práctica permitiendo la construcción conjunta de significados y formas de significar. El material de enseñanza se puede visualizar en un blog que está a disposición en la web para ser consultado y trabajado por los demás maestros que les pueda interesar.  
<https://lamateriaysusestadosdeagregacion.blogspot.com/search/label/introduccion>

**Estudiantes:** dentro de las características principales del grupo de estudiantes que se escogió para la investigación, está dada por la inmersión que ya habían tenido en las clases donde se hacía la lectura de textos propios del discurso de la ciencia. Además, de haber experimentado espacios de reflexión donde se genera discusión de diversos temas propios de las ciencias. Este grupo particular de estudiantes era conocedor de las prácticas de aula de la maestra y tuvieron mucha apertura para el trabajo por grupos, además de estar dispuestos a ser investigados.

Por último, en cuanto a la caracterización del grupo de estudiantes fueron 16 jóvenes de grado séptimo de una institución pública de la ciudad de Cali. La edad promedio entre los 12 y los 15 años, pertenecientes a los estratos 1 y 2, domiciliados en su gran mayoría en la ladera. Muchos de ellos con hogares con padres de baja escolaridad y empleabilidad informal. Es importante resaltar que se destacaron por ser un grupo participativo y con ganas de aprender, durante todo el proceso de investigación se mostraron dispuestos para

el desarrollo de las actividades de la secuencia. Por otro lado, la institución educativa en todo el proceso de implementación de la secuencia manifestó gran apertura y facilitó los espacios que se necesitaron.

## 3.2 Diseño metodológico

El diseño es un esquema que permite definir los pasos o fases que se llevarán a cabo durante la investigación. De este modo esta investigación se configuró en tres fases. La planeación e implementación de una secuencia de actividades, la documentación de las acciones y razonamientos de los estudiantes, así como de la profesora, finalmente el análisis y presentación de los datos.

**Primera fase:** Esta primera fase se configuró por la planeación y posterior implementación de la secuencia de actividades. La toma de decisiones metodológicas y curriculares para el diseño se dio posterior a la construcción del instrumento de la CoRe, o en español ReCo, Representación del Contenido, este instrumento permite esbozar la forma como el maestro enseñará el contenido. Atendiendo que, en la estructura lógica de este, subyace la profundidad de las actividades presentes en la secuencia (Candela, 2016). De este modo la CoRe contempla los lineamientos educativos como los DBA y los estándares básicos de competencias en ciencias naturales.

Toda la información y reflexiones que se generan a partir de la elaboración consciente de la CoRe (véase anexo 1), configuran el Conocimiento Pedagógico del Contenido. Todo ello proporciona una mayor confiabilidad en las actividades y la intencionalidad de cada una de las tareas que se proponen.

En la figura 3-1 se muestra el instrumentó. En él se puede evidenciar una serie de preguntas reflexivas que cuestionaron el accionar de la maestra hacia los contenidos, las metas de aprendizaje, las concepciones alternativas, los recursos y la evaluación. Es muy enriquecedor toda vez que permite al maestro hacer una reflexión sobre los contenidos y las prácticas de aula, así como sobre el estudiante, sus intereses, necesidades y dificultades. Además, cuestiona uno de los factores más sensibles, la evaluación.

**Figura 3-1:** Instrumento metodológico de la CoRe

¿Cuáles son las ideas científicas que se encuentran en el centro del tema de la \_\_\_\_\_? Es decir, seleccione entre tres a cinco ideas en las que acostumbre a dividir la enseñanza del concepto \_\_\_\_\_. Se trata de que en ese conjunto de ideas estén reflejadas las más importantes del tema a enseñar, o de sus precedentes.

Para cada una de estas ideas responda las siguientes preguntas:

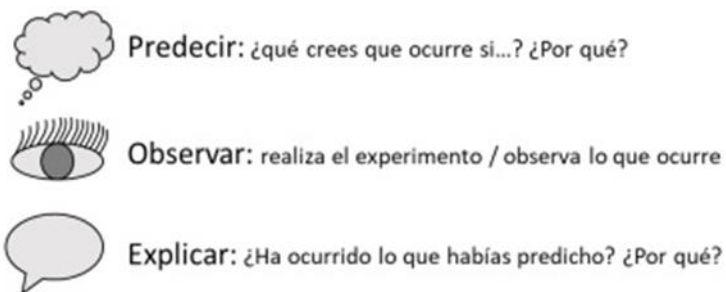
Preguntas pedagógicas	Ideas/conceptos importantes en ciencias para un tema específico		
	Idea n.º 1	Idea n.º 2	Idea n.º 3
1. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea?			
2. ¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea?			
3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea (que no tiene la intención de que sus estudiantes conozcan)?			
4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?			
5. ¿Cuál es su conocimiento acerca del pensamiento de los estudiantes que influye en la enseñanza de esta idea?			
6. ¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?			
7. ¿Qué tecnologías digitales estándar emplea para planear y gestionar el aprendizaje de la idea?			
8. ¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utiliza con el fin de representar y formular la idea?			
9. ¿Cuáles son las herramientas digitales (ej., animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes que utiliza para representar la idea en consideración, y en qué criterios se apoya esta intención de diseño?			
10. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea y las razones particulares de su uso para enseñar esta idea.			
11. ¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas o no por las tecnologías digitales, empleas con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones alternativas?			
12. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?			

Tomado (Candela, 2016)

Las reflexiones que se dan a partir de la CoRe tienen un carácter metacognitivo muy profundo. Implican “pensar sobre pensar”, es decir la toma de cada una de las decisiones curriculares metodológicas, se dan a partir de hacer un cuestionamiento profundo de la incidencia para los estudiantes y la maestra. Las respuestas que se construyen alrededor de cada uno de los interrogantes que configuran la CoRe generó una serie de teorías prácticas, que orientaron la construcción de la secuencia de actividades que permitió andamiar la lectura del discurso científico y la experimentación para la comprensión de los estados físicos de la materia.

Por otro lado, las actividades experimentales de la secuencia que se encuentran al inicio de cada una de las sub-ideas responden a la estrategia metodológica del POE (Predecir, Observar y Explicar). De este modo se indaga por las ideas previas de los estudiantes a partir de una situación experimental, este tipo de actividades tiene un alto poder metacognitivo, toda vez que su objetivo principal está en el reconocimiento por parte de los estudiantes de la importancia de los conocimientos previos (Campanario, 2000). La figura 3-2 muestra los pasos del POE y las acciones que se deben desarrollar en cada uno.

Figura 3-2: Pasos de la estrategia POE



Tomado de Iruin-Amatriain (2021).

Posterior a la planeación se inició la implementación de la secuencia de actividades. El periodo de implementación fue durante el tercer periodo académico del año 2021, en los meses de septiembre, octubre, y noviembre. Durante la implementación de toda la

secuencia de actividades se priorizó el trabajo en pequeños subgrupos y la posterior socialización de los resultados y aportes de cada uno de los subgrupos.

La secuencia total de actividades se configura de 4 sub-ideas, cada una de estas con tres fases. La primera fase una actividad experimental que se denominó exploración, la segunda la introducción y finalmente la aplicación. Este diseño permitió durante toda la fase de implementación la configuración del aula en una comunidad de aprendizaje, se permito la participación constante de los estudiantes, así como la motivación para aquellos que temen más a expresar sus opiniones. Cada una de las sub-ideas tomó 3 sesiones de clase, cada sesión con una duración de 2 horas. De este modo la secuencia total se desarrolló en 12 sesiones de clase. La entrevista se aplicó al finalizar la implementación de la secuencia.

**Segunda fase:** en esta fase se documentaron las acciones y razonamientos de los estudiantes y de la maestra. Esto implicó realizarla de manera alterna a la implementación, para ello se hizo uso de dos técnicas para la recolección de los datos: la observación participante y la entrevista semiestructurada. Además de los instrumentos como la grabación de algunas sesiones de clase, las composiciones de los estudiantes y el diario de campo de la maestra. En un siguiente título se da una explicación más profunda del uso de cada una de las técnicas e instrumentos que se utilizaron para la recolección de los datos.

**Tercera fase:** durante esta fase se procedió al análisis de los datos obtenidos a partir de cada uno de los instrumentos y técnicas utilizadas. Para ello, se procedió a organizar todos los datos obtenidos en unidades de análisis que posteriormente se codificaron y se categorizaron. Este análisis se explica de manera más detallada en uno de los siguientes títulos.

### **3.3 Selección de las técnicas y los instrumentos de recolección**

La investigación cualitativa se enriquece de varias técnicas para la recolección de la información, lo que le ha permitido su fortalecimiento (Sánchez, 2021). Para el caso particular de esta investigación el interés estaba en comprender como la lectura de textos



que configuran el discurso propio de las ciencias en sinergia con la experimentación les permita a los estudiantes de grado séptimo la comprensión de los estados físicos de la materia. Para, este propósito se consideró como técnicas para la recolección de los datos, la observación participante y la entrevista semiestructurada y como instrumentos el diario de campo, las grabaciones de audio y video y las composiciones impresas de los estudiantes.

### **3.3.1 Observación participante y grabaciones de clase.**

En Palabras de Santos (1993) “observar es un proceso que requiere atención voluntaria, selectiva e inteligente, orientado por un proceso terminal u organizador”. En consecuencia, se consideró durante la observación, el ambiente físico, social y humano, así, como la interacciones sujeto-sujeto, los espacios de reflexión individual de cada uno de los participantes, las acciones en colectivo y la apropiación de los estudiantes y la maestra, de los recursos semióticos que configuran los textos de naturaleza científica. Además, las expresiones corporales, gestuales y verbales de los estudiantes y la maestra.

De este modo la observación participante de la maestra investigadora se consignó en el diario de campo, durante los tres meses que duro la implementación en el periodo de tiempo comprendido entre los meses septiembre y noviembre de año 2021. En este instrumentó se registraron las acciones, los aportes y las situaciones dadas durante la implementación de la secuencia y que eran relevantes para el caso. Los videos de las sesiones de clase fueron grabados especialmente en los momentos que se requería la participación oral de los estudiantes, en las actividades que proponían debates. Posteriormente fueron transcritos para analizarlos con las composiciones realizadas.

En el aula de clase son muchas las observaciones que se pueden dar, pero no todas son relevantes para el caso en investigación, en este sentido es muy importante las decisiones que toma el investigador en cuanto a las acciones que deben ser consideradas en esta. De este modo es válido decir que la observación participante no es solo mirar sino en buscar en cada observación lo que para otros es imperceptible y poco importante (Sánchez, 2021).

### 3.3.2 Entrevista semiestructurada

La entrevista se entiende como la interacción entre dos personas, para el caso particular de los estudios cualitativos se distinguen tres tipos de entrevista, no estructurada, semiestructurada y estructurada (Folgueira, 2016). Para el caso particular de esta investigación se utilizó la entrevista semiestructurada, con cinco preguntas adaptadas del Instructional Design: Development, implementation and evaluation of a teaching sequence about plant nutrition in Saudi (Alzaghbi, 2010) (véase figura 3-3.). Se eligió este tipo de entrevista por la posibilidad que ofrece de tener un diálogo abierto, donde no hay un guion preestablecido, sino que por el contrario es posible ahondar más en las respuestas obtenidas a cada uno de los interrogantes.

La entrevista se le aplicó a cinco estudiantes, escogidos de manera aleatoria y se realizó al finalizar la implementación de la secuencia de actividades, en el mes de noviembre de 2021. El diálogo con los estudiantes permitió contrastar las interpretaciones de la observación participante, con los razonamientos de los aprendices. Las cinco entrevistas se grabaron y posteriormente se transcribieron y organizaron en pequeñas unidades de análisis. Este instrumentó de recolección de los datos permitió dar respuesta al segundo objetivo específico, donde la interacción tranquila y pausado con los estudiantes, permitió conocer las reflexiones al término de la implementación de la secuencia de actividades, y el impacto obtenido con el material y la estrategia de enseñanza.

Cada una de las preguntas fue seleccionada cuidadosamente y respondía a un interés particular. La intención en la primera pregunta era conocer la impresión de los estudiantes en cuanto al cambio en la estrategia de enseñanza de la maestra, antes y después de la implementación de la secuencia de actividades. La segunda pregunta pretendía indagar por la comprensión del objeto de aprendizaje y como había sido el aprendizaje de los estados físicos de la materia; cuáles de los contenidos que se abordó durante la implementación les pareció un poco más fácil de comprender y en cuales se evidenció mayor dificultad. La tercera y cuarta pregunta indagaron por las estrategias de enseñanza

de la maestra, las que habían sido de mayor y menor agrado, y el impacto que puede tener la utilización de las diferentes estrategias en la enseñanza de las ciencias, y la última pregunta se enfocó más en una conclusión que pudieran brindar los estudiantes posteriores a toda la intervención.

**Figura 3-3:** Preguntas adaptadas para la entrevista semiestructurada

1. ¿Evidencia algún cambio en la enseñanza de la maestra de ciencias naturales, entre la manera como enseñaba antes y la manera como enseña ahora?
  - ¿Qué elementos nuevos tiene la forma de enseñanza ahora?
  - ¿Qué elementos permanecen igual?
2. ¿Cómo califica su aprendizaje de los estados físicos de la materia en comparación con otros temas trabajados en la clase de ciencias naturales? ¿Mejor, lo mismo, peor?
  - ¿Qué temas de los que estructuran la enseñanza de los estados físicos de la materia logro comprender con mayor facilidad? ¿Por qué?
  - ¿Qué temas de los que estructuran la enseñanza de los estados físicos de la materia le causo mayor dificultad comprender? ¿Por qué?
3. ¿Cuál de las siguientes estrategias le gustó o no le gustó y por qué?
  - Discusión en pequeños grupos.
  - Discusión con toda la clase.
  - Elaboración de textos escritos.
  - Elaboración de textos multimodales
  - Lectura de artículos con el lenguaje propio de la Ciencia
  - Lectura de textos multimodales
  - Utilización de recursos tecnológicos digitales
  - Uso de prácticas de laboratorio.
4. ¿Cuál de las estrategias anteriores facilitó su aprendizaje, y de qué manera?
5. ¿Qué opina del uso de la estrategia de combinar la experimentación y la lectura de textos de naturaleza científica para el aprendizaje de los estados físicos de la materia?
  - Compare el aprendizaje que tiene de ciencias naturales con otras materias científicas.
  - ¿Qué tipo de habilidades son necesarias desarrollar para aprender ciencias naturales a través de la lectura y la experimentación?

Adaptado de (Alzaghibi, 2010)

### **3.3.3 Documentos escritos por los estudiantes**

Los documentos, materiales y composiciones son considerados insumos muy valiosos en una investigación de tipo cualitativa (Ortiz, 2017). Estos, permiten entender el objeto de estudio y evidenciar el progreso de los estudiantes. En las composiciones escritas es posible analizar la manera como los estudiantes expresan sus percepciones y conclusiones, además de identificar las fortalezas y debilidades en la construcción de textos lingüísticos y multimodales.

En esta investigación se recolectaron diferentes documentos de autoría de los estudiantes, textos lingüísticos, textos multimodales, así como escritos de opinión frente a las políticas públicas y la incidencia de la ciencia en estas. Finalmente, todos los datos recogidos a través de las diferentes técnicas fueron organizados, codificados y utilizados para crear una teoría fundamentada (Strauss & Corbin, 2002).

## **3.4 Análisis de los datos**

Posterior a la implementación de la secuencia de actividades de aprendizaje y con todos los datos obtenidos producto de la observación participante, el diario de campo, las grabaciones de las sesiones de clase, la entrevista y los documentos escritos por los estudiantes se procedió al análisis de estos. Este procedimiento se realizó siguiendo el enfoque de la teoría fundamentada de (Strauss & Corbin, 2002), para ello, se utilizó el software ATLAS ti.

Con todos los datos obtenidos con las técnicas e instrumentos se inició con el ordenamiento conceptual. Este es el precursor de la teorización, toda vez que implica la organización de los datos en grupos específicos, con características y dimensiones particulares.

### **3.4.1 Ordenamiento conceptual**

El ordenamiento conceptual consiste en hacer una organización detallada y minuciosa de los datos, de modo tal que se puedan agrupar de acuerdo con sus características y dimensiones (Strauss & Corbin, 2002). De este modo se facilita el proceso de construcción de teoría, toda vez que permite al investigador encontrarles sentido a los datos y organizarlos de acuerdo con las dimensiones y necesidades de su marco de investigación (Infante, 2011). Es decir, el ordenamiento conceptual está configurado por los procesos de codificación abierta y axial. Después se da la teorización mediada por la codificación selectiva.

El primer paso para el ordenamiento conceptual consistió en sintetizar y organizar los datos. Para ello, se seleccionaron y agruparon las diferentes unidades de análisis de acuerdo con la relevancia y las características en común. Así, las grabaciones de las sesiones de clases, los documentos escritos por los estudiantes, las transcripciones de la bitácora y las respuestas a la entrevista semiestructurada se empezaron a codificar, teniendo en mente el problema de investigación y el marco teórico que sustenta esta investigación, este proceso se hizo con la ayuda del software ATLAS ti, a cada una de las unidades de análisis y se le asignaron los códigos de acuerdo con la intención de la investigación.

### **3.4.2 Codificación**

Para Strauss y Corbin (2002), la codificación es un proceso analítico, que permite descomponer y fragmentar los datos, para producir una teoría. Los estudios cualitativos se caracterizan por arrojar mucha información, de este modo la codificación le permite al investigador trabajar con todos estos datos brutos, para identificarlos y relacionarlos en los elementos constitutivos de la teoría. De este modo se hicieron tres procesos de codificación: abierta, axial y selectiva.

Los datos recogidos en las diferentes técnicas como los documentos de los estudiantes, los videos de clase, las respuestas a las entrevistas y las notas del diario de campo se organizaron en pequeñas unidades de análisis que se empezaron a codificar. En las figuras 3-4 y 3-5 se muestra algunos ejemplos de las unidades de análisis. La codificación abierta surge a partir de un proceso de interpretación, en el que se identificaron los conceptos y

las propiedades y dimensiones de los datos. La escogencia de los códigos se da de acuerdo con la incidencia de la acción para dar respuesta a la pregunta de investigación.

Figura 3-4: Ejemplo de codificación abierta.

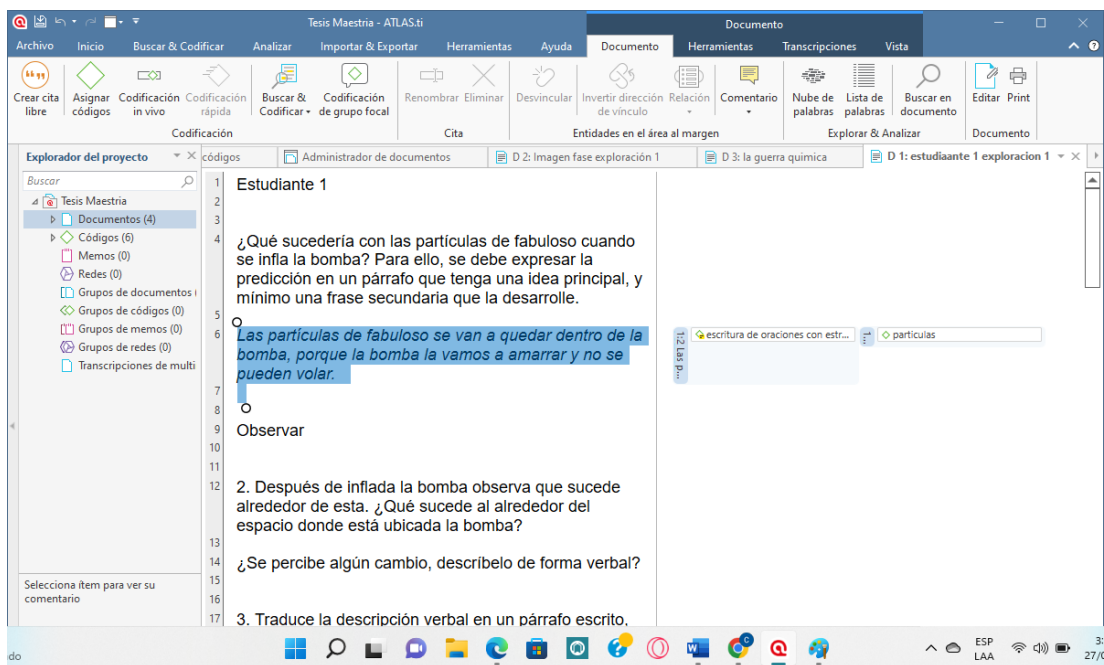
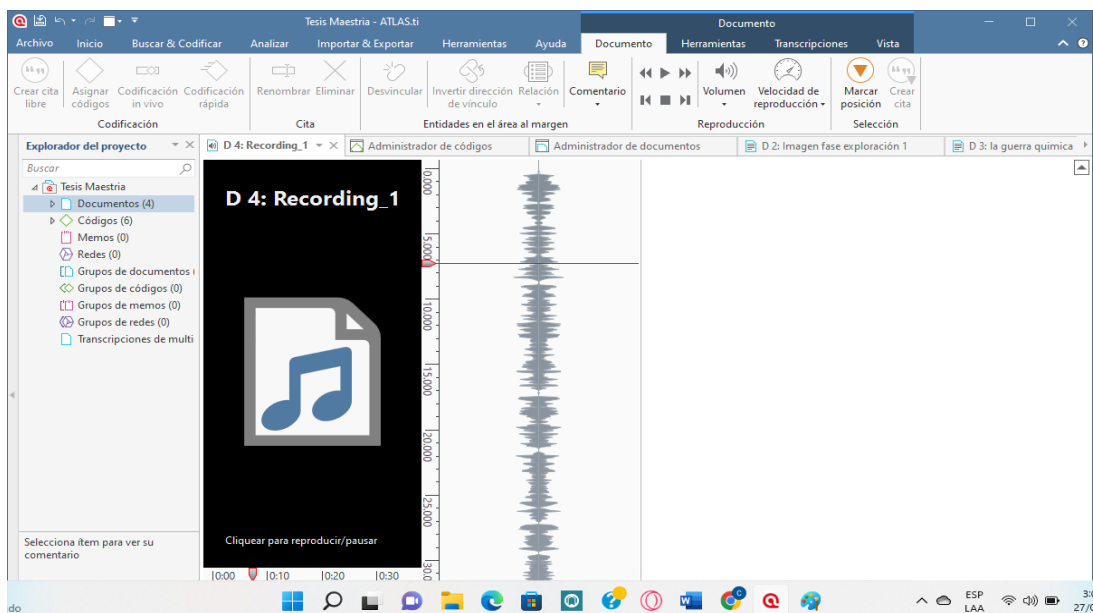


Figura 3-5: ejemplo de codificación abierta



### 3.4.3 Codificación abierta.

La primera fase del proceso de codificación basado en la teoría fundamentada de Strauss & Corbin (2002) es la abierta, esta, se realizó mediante la descomposición de las distintas unidades de análisis. La lectura de cada una de las unidades de análisis generó una serie de códigos inductivos, algunos de estos con memos o comentarios que permiten comprender la intención del código dentro del análisis de los datos. Posteriormente, se hizo lectura cuidadosa de cada una de las unidades, con el fin de asignar un código, que se encuentra relacionado con el problema de investigación.

Los códigos son asignados a las unidades de análisis teniendo en consideración el marco teórico y el problema de investigación. De este modo algunas frases, párrafos, imágenes o partes del video son rotuladas con algo que tiene significado para la investigadora, (véase figura 3-6).

**Figura 3-6:** Codificación abierta en el programa Atlas ti.

The screenshot displays the Atlas.ti software interface. The main window is titled 'Administrar códigos'. The left sidebar shows a project explorer with the following structure:

- Tesis Maestria
  - Documentos (7)
  - Códigos (32)
  - Memos (0)
  - Redes (2)
  - Grupos de documentos
  - Grupos de códigos (0)
  - Grupos de memos (0)
  - Grupos de redes (0)
  - Transcripciones de multi

The central workspace contains a message: "No hay grupos de códigos. Cargar códigos para así agruparlos. Conoce más sobre grupos".

The right pane, titled 'Buscar entidades', displays a table with the following columns: Nombre, Enraizamiento, Densidad, and Grupos. The table contains the following data:

Nombre	Enraizamiento	Densidad	Grupos
◆ Aportes grupales en la constru...	1	2	2
○ Aprendizaje y comprensión de...	0	0	0
○ Aprendizaje y comprensión de...	0	5	5
◆ Apropiación del POE en las pr...	1	2	2
◆ Avance en las concepciones al...	2	1	1
○ Avance hacia el concepto de d...	1	0	0
◆ Cambios de estado	1	2	2
◆ Construcción de textos con es...	1	2	2
◆ Construcción de textos multi...	1	2	2
◆ Construcción de textos multi...	1	3	3
◆ Descripción textual de los mo...	2	2	2
◆ Discusiones dinamizadas por e...	3	2	2
○ El aula de clase convertida en...	0	4	4
○ escritura de oraciones con es...	3	0	0
○ Evolución hacia una concepci...	2	0	0
◆ Evolución y apropiación del f...	1	1	1

At the bottom of the right pane, there is a 'Comentario:' field with a placeholder text: 'Selecciona ítem para ver su comentario'.

El proceso analítico siguiente es agrupar los códigos en categorías con características, comunes, construyendo así etiquetas con un mayor grado de abstracción y complejidad. Este proceso logra acotar el campo de análisis y pasar de un gran número de códigos a un campo de acción específico. Inicialmente se tenían diecisiete códigos en los cuales se establecieron vasos comunicantes que permitió la formulación de cinco categorías (véase tabla 3-1).

Las categorías emergieron posterior al análisis de los datos, de allí se organizaron un grupo de conceptos. Estos se agruparon bajo una idea más abstracta que permitió explicar el conjunto de códigos. En coherencia con lo anterior emergieron cinco categorías (véase tabla 3-1). La primera de ella corresponde al uso de las habilidades lingüísticas en el aula de clase. Esta categoría agrupa todos los códigos que dan cuenta de las acciones que permitieron potencializar el uso del lenguaje en clase de ciencias.

La segunda categoría corresponde al aula de clase convertida en una comunidad de práctica, esta surge al considerar varios códigos que evidencian las acciones que posibilitaron la construcción del conocimiento en colectivo. La tercera categoría es la alfabetización científica en la construcción de decisiones informadas y emerge de un número de códigos que dejan ver las maneras en las cuales los estudiantes y la maestra se hacen conscientes de la responsabilidad social que implica el conocimiento científico.

La categoría número cuatro es la integración de la lectura del discurso científico y la experimentación y surge como producto de todas las acciones que se lograron con la apropiación del POE y los razonamientos que se dan como producto de la implementación de esta estrategia. Y, por último, la quinta categoría corresponde al aprendizaje y comprensión del fenómeno de los estados físicos de la materia, esta emerge producto del análisis de los códigos que evidencian la apropiación del objeto de estudio de esta investigación.



**Tabla 3-1** Categorías y subcategorías con sus respectivas frecuencias de ocurrencia.

<b>Categoría asociada</b>	<b>Subcategoría</b>	<b>Frecuencia de ocurrencia</b>
<b>Uso de las habilidades lingüísticas en el aula de ciencias</b>	Uso del lenguaje oral y escrito para explicar fenómenos	18
	Construcción de textos con estructura sintáctica y gramatical.	22
	Transcripción de párrafos en textos multimodales	14
	Descripción textual de los modelos construidos	15
<b>El aula de clase convertida en una comunidad de práctica</b>	Aportes grupales en la construcción de argumentos	18
	Discusiones dinamizadas por estudiantes líderes en la construcción de significados	25
	Participación voluntaria fomentada por la docente	15
<b>La alfabetización científica en la construcción de decisiones informadas</b>	Toma de postura frente a la responsabilidad social y de la ciencia.	15
	Explicación y apropiación del fenómeno de los estados físicos de la materia desde un contexto.	12
	Expresiones orales y escritas en la toma de decisiones informadas	14
<b>Integración de la lectura del discurso científico y la experimentación</b>	Construcción de textos multimodales a partir de las actividades experimentales	16
	Relación de textos multimodales y textos lingüísticos sobre el discurso científico	14
	Apropiación del POE en las prácticas experimentales.	22
<b>Aprendizaje y comprensión del fenómeno de los estados físicos de la materia.</b>	Avance en las concepciones alternativas sobre la discontinuidad de la materia	16
	Propiedades de la materia	14
	Sustancias puras y compuestos	15
	Cambios de estado	12

Como ya se mencionó anteriormente la construcción de las categorías emergió de unas características comunes de las subcategorías, por lo que es importante presentar una descripción más detallada de cada una de estas cinco categorías.

*Uso de las habilidades lingüísticas en el aula de ciencias:* los códigos relacionados en esta categoría hacen referencia a las expresiones propias del lenguaje en el aula de clase. Es decir, expresiones como la argumentación verbal y escrita, la escritura de textos lingüísticos y multimodales, la transducción de textos multimodales a textos lingüísticos, la construcción de textos lingüísticos a partir de representaciones semióticas como imágenes o representaciones graficas. La lectura de diversos textos propios del discurso de la ciencia y la interpretación de estos. Finalmente, la lectura que hicieron los estudiantes de los diferentes recursos multimodales y multimediales presentes durante la implementación de la secuencia de actividades (véase, anexo 2).

*El aula de clase convertida en una comunidad de práctica:* en esta categoría se agrupan los códigos que dan cuenta de la construcción de significados y formas de significar en colectivo. De este modo se consideraron las acciones dadas en las discusiones colectivas, así como las que se gestaron al interior de los subgrupos, las manifestaciones orales de argumentación, la construcción de saberes y el accionar de la maestra, privilegiando la participación de todos los estudiantes y las dinámicas que se dieron durante la implementación de la secuencia. Todas estas acciones permitieron convertir el aula de ciencias en una verdadera comunidad de práctica (véase, anexo 3).

*La alfabetización científica en la construcción de decisiones informadas:* en esta categoría se agruparon los códigos que dieron cuenta de las disertaciones de los estudiantes alrededor de la responsabilidad social y política que trae consigo las ciencias. En este sentido todas las acciones que permiten la formación de ciudadanos empoderados con la capacidad de tomar decisiones informadas, todas estas acciones son coherentes con la construcción de ciudadanos científicamente alfabetizados (véase, anexo 4)

*Integración de la lectura del discurso científico y la experimentación:* los códigos agrupados en esta categoría representan las acciones que dan cuenta de la lectura de textos propios de las ciencias, de naturaleza lingüística y multimodal para el desarrollo de las actividades experimentales. De este modo las respuestas a las tareas del POE, y la construcción de

argumentos a partir de la lectura de diferentes textos, las disertaciones en cuanto a la predicción y la explicación posterior a la observación se relacionan es esta categoría (véase, anexo 5).

*Aprendizaje y comprensión del fenómeno de los estados físicos de la materia:* los códigos de esta categoría hacen referencia al aprendizaje del objeto de estudio y la comprensión de este. Desde unas concepciones alternativas a la consolidación de un conocimiento más concreto de los estados físicos de la materia. Este proceso se logra producto de las prácticas pedagógicas de la maestra. Este proceso implicó comprender el fenómeno además de conceptos como propiedades de la materia, sustancias puras, cambios de estado y otros más relacionados con el contenido disciplinar (véase, anexo 6).

### **3.4.4 Codificación axial**

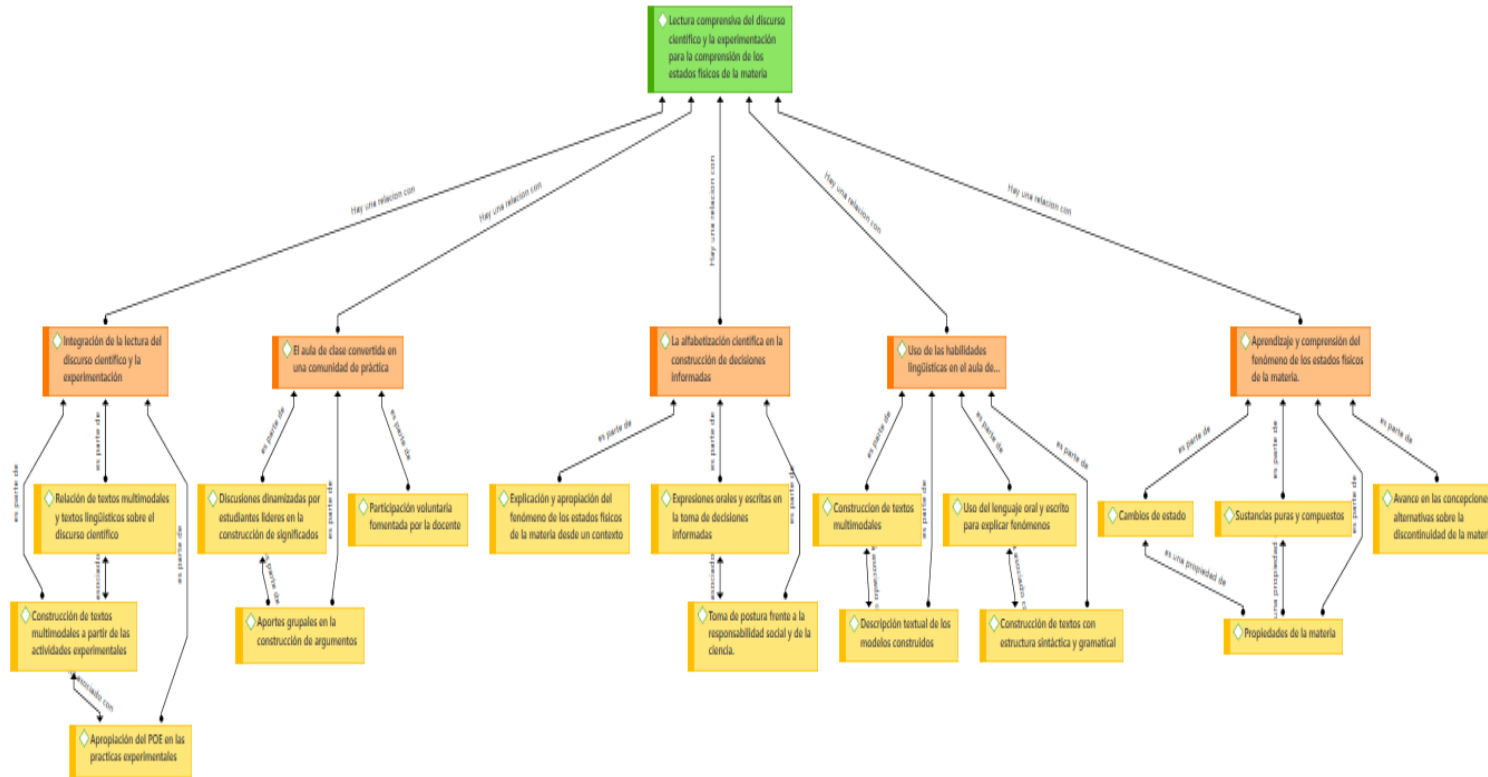
Para Strauss & Corbin (2002) la codificación axial se convierte en el proceso de relacionar las categorías y subcategorías, se le identifica como axial porque se da alrededor de un eje o categoría y permite enlazar las categorías en cuanto a sus propiedades y dimensiones (Padilla & Cordero, 2010). Para ello, fue necesario llevar a cabo lo siguiente:

1. Organizar las categorías de acuerdo con características, propiedades y dimensiones (codificación abierta).
2. Reconocer la variedad de acciones, interpretaciones, consecuentes con la comprensión de los estados físicos de la materia a partir de la lectura en sinergia con la experimentación.
3. Asociar cada categoría con sus subcategorías con una explicación sobre los vínculos que poseen.
4. Encontrar en los datos, las claves que permitan relacionar las categorías.

Como se explicó en el apartado anterior se establecieron cinco categorías (véase figura 3-7), las cuales recogen los elementos más importantes que subyacen, a la comprensión de los estados físicos de la materia en sinergia con la lectura de textos propios de la ciencia. (véase tabla 3-2). La decisión de la categoría de igual manera está dada por la frecuencia de ocurrencia (véase tabla 3-1). Esta información la arroja el software Atlas ti, e implica que entre mayor sea la frecuencia de ocurrencia de la subcategoría mayor será la

incidencia para dar respuesta al problema. Además, la categoría medular debe ser la que presenta mayor nivel de abstracción, y se encuentra muy relacionada con la pregunta de investigación.

**Figura 3-7:** Relación entre categorías y subcategorías



**Tabla 3-2:** Relación entre categorías y subcategorías

Categoría central	Categoría	Subcategoría
Lectura comprensiva del discurso científico y la experimentación para la comprensión de los estados físicos de la materia.	Uso de las habilidades lingüísticas en el aula de ciencias	Uso del lenguaje oral y escrito para explicar fenómenos
		Construcción de textos con estructura sintáctica y gramatical.
		Transcripción de párrafos en textos multimodales
		Descripción textual de los modelos construidos
	El aula de clase convertida en una comunidad de práctica	Aportes grupales en la construcción de argumentos
		Discusiones dinamizadas por estudiantes líderes en la construcción de significados
		Participación voluntaria fomentada por la docente
	La alfabetización científica en la construcción de decisiones informadas	Toma de postura frente a la responsabilidad social y de la ciencia.
		Explicación y apropiación del fenómeno de los estados físicos de la materia desde un contexto.
		Expresiones orales y escritas en la toma de decisiones informadas
	Integración de la lectura del discurso científico y la experimentación	Construcción de textos multimodales a partir de las actividades experimentales
		Relación de textos multimodales y textos lingüísticos sobre el discurso científico
		Apropiación del POE en las prácticas experimentales.
	Aprendizaje y comprensión del fenómeno de los estados físicos de la materia.	Avance en las concepciones alternativas sobre la discontinuidad de la materia
		Propiedades de la materia
		Sustancias puras y compuestos
Cambios de estado		

### **3.4.5 Teorización (codificación selectiva).**

La codificación selectiva es la tercera etapa de la codificación abierta, en esta se logra refinar la teoría y construir las generalizaciones naturalísticas (Strauss & Corbin, 2002). Para tal fin se surtieron tres pasos: la integración, la definición de la categoría medular y la construcción de las generalizaciones naturalísticas.

En la integración, se interpretaron los datos y se estableció un hilo conductor entre las subcategorías, de este modo los datos se convierten en una teoría. Posteriormente se identifica la categoría medular con el fin de establecer relaciones semánticas con las otras categorías. Dicha relación permite generar las generalizaciones naturalísticas que se desarrollarán tomando en consideración las siguientes perspectivas: interpretación del investigador (memos); uso de los referentes teóricos (marco teórico); y significados emitidos por los sujetos estudiados (viñetas). Finalmente, la construcción de las generalizaciones naturalísticas (véase tabla 3-3), estas permiten asociar cada categoría con la categoría medular

De este modo se consigue información valiosa que fundamenta el fenómeno en estudio todo ello se logra como producto de la codificación selectiva.

**Tabla 3-3:** Generalizaciones naturalísticas

Categoría medular	Categorías	Generalizaciones naturalísticas
Lectura comprensiva del discurso científico y la experimentación para la comprensión de los estados físicos de la materia.	Integración de la lectura del discurso científico y la experimentación.	La lectura de textos de naturaleza científica y la experimentación combinados en el aula de ciencias para la comprensión de los estados físicos de la materia.
	Uso de las habilidades lingüísticas en el aula de ciencias.	La relación entre la lectura, la escritura y la oralidad para la comprensión de los estados físicos de la materia.
	El aula de clase convertida en una comunidad de práctica.	El aula de ciencias mediada por el lenguaje oral y escrito para la construcción de una comunidad de práctica.
	La alfabetización científica en la construcción de decisiones informadas	La lectura contextualizada del discurso científico para la construcción de alfabetización científica.



## **4. Presentación de los resultados**

Finalmente, los resultados muestran lo planteado en el marco teórico, el planteamiento del problema y los objetivos de investigación. De este modo el primero responde al diseño e implementación de una secuencia de actividades, y el segundo corresponde a la documentación de las acciones y razonamientos de los estudiantes y de la maestra.

### **4.1 Planeación e implementación de una secuencia de actividades de aprendizaje.**

La secuencia de actividades de aprendizaje involucra de manera conjunta la lectura de textos propios del discurso científico en conjunción con la experimentación para la comprensión de los estados físicos de la materia. En las diferentes tareas se encuentran textos de naturaleza multimodal y multimedial que permiten hacer lectura de diversos recursos semióticos, y articularlos de manera sinérgica con las actividades experimentales, de este modo dar respuesta al problema de esta investigación.

La planeación de la secuencia de actividades de aprendizaje responde al instrumento metodológico de la CoRe (véase anexo 1). A partir de este se toman las decisiones curriculares y metodológicas, teniendo en cuenta que dentro de su estructura lógica se contemplan los estándares básicos de competencia y los DBA. Además, es importante considerar que la realización de la CoRe es un proceso metacognitivo muy importante, toda vez que permite hacer una reflexión desde lo curricular, el contenido, la metodología y la evaluación. Durante la implementación se potencian las habilidades lingüísticas y la comprensión del objeto de aprendizaje.

Simultáneamente a la utilización de la CoRe como instrumento metodológico para la planeación de la secuencia de actividades, se hizo la apropiación de la estrategia de

enseñanza del POE (predecir, observar y explicar), a fin de articular la lectura y las actividades de tipo experimental. De este modo se logra el diseño la secuencia de actividades de aprendizaje disponible en el siguiente enlace.

<https://lamateriaysusestadosdeagregacion.blogspot.com/search/label/introduccion>

Posterior a la planeación se hace la implementación de la secuencia de actividades de aprendizaje, en un periodo de tiempo de tres meses, comprendidos entre septiembre y noviembre del año 2021, correspondiente al último periodo académico escolar. Con el ánimo de generar una teoría naturalística que permita dar respuesta a este problema de investigación se analizó la evidencia empírica por medio de la teoría fundamentada de (Strauss & Corbin, 2002). Así, se configura el segundo resultado de esta investigación que corresponde a la documentación de las acciones y razonamientos de los estudiantes y la maestra durante la implementación de la secuencia de actividades.

## **4.2 Discusión de las generalizaciones naturalísticas.**

La implementación de la secuencia de actividades permitió recoger una serie de datos que fueron analizados de acuerdo con la teoría fundamentada de (Strauss y Corbin, 2002). Así pues, orientados por los tres tipos de codificación (abierta, axial y selectiva) se realizó produciendo una serie de teorías naturalísticas que documentan la voz del investigador, sujetos investigados y literatura. Estas teorías naturalísticas brindaron la oportunidad de comprender como la Interacción sinérgica entre la lectura comprensiva del discurso científico y la experimentación asisten a los estudiantes de la escuela secundaria en la comprensión de los estados físicos de la materia. A continuación, se hace una descripción narrativa de las generalizaciones naturalísticas.

### **4.2.1 La lectura de textos de naturaleza científica y la experimentación combinados en el aula de ciencias para la comprensión de los estados físicos de la materia.**

Esta generalización surge de vincular la lectura de diversos textos propios del discurso científico, articulados con la experimentación para el aprendizaje del objeto de estudio. De este modo se logra comprender como hacer uso de diferentes recursos semióticos tales como imágenes, videos, textos lingüísticos, textos multimodales y multimediales son elementos claves para comprender los fenómenos de las ciencias (Vergara, 2018). Para los estudiantes los procesos de lectura regularmente están asociados a textos lingüísticos, de modo tal que cuando se les propone hacer lectura de otro tipo de recursos semióticos, les causa un poco de dificultad, pero, es un proceso que necesita acompañamiento.

Una de las ventajas que genera la lectura de diferentes textos multimodales es su coherencia con los diferentes aprendizajes, desde los estudiantes kinestésicos, hasta los visuales encuentran en estos recursos unos aliados perfectos para la comprensión de los fenómenos de la ciencia (Candela, 2018). Por esta razón la maestra utiliza para las clases diferentes recursos que articula con las actividades experimentales, y brinda los insumos para la comprensión de los estados físicos de la materia.

Es así como la primera fase de cada una de las sub-ideas corresponde a la exploración y se desarrolla con actividades de tipo experimental, y de acuerdo con la estrategia del POE (Predecir, Observar y Explicar). Para ello, la maestra distribuye el aula en subgrupos y les indica las consignas del trabajo, esta distribución de las tareas responde al principio de responsabilidad individual y actitud de compartir con sus compañeros de las comunidades de práctica (Brown & Campione, 1994).

La primera parte consiste en pedir a los subgrupos que formulen una predicción de lo que puede suceder en la actividad experimental. En este punto se evidencia como los conocimientos previos son determinantes para la formulación de las respuestas. En la segunda parte deben observar lo que sucede a medida que realizan la actividad y hacer las respectivas anotaciones, para ello es fundamental el trabajo en equipo, toda vez que mientras unos realizan el procedimiento los demás deben tomar atenta nota de lo que sucede.

En la última parte cada uno de los subgrupos debe comparar sus predicciones con los resultados observados y formular las respectivas explicaciones del fenómeno. En las predicciones gran parte de las respuestas se dan desde las ideas previas o desde la misma intuición, que les ha permitido a los estudiantes la creación de modelos mentales para la explicación de fenómenos.

Los elementos descritos anteriormente se pueden validar con la siguiente viñeta que describe la clase de la maestra, en el desarrollo de la fase de exploración de la segunda sub-idea.

*Predecir*

*M: ¿Qué sucederá con el globo cuando es expuesto al calor emitido por la vela? Para ello, se debe expresar la predicción en un párrafo, que tenga una idea principal y dos frases que la desarrollen. (fuente, secuencia de actividades planeadas por la maestra).*

*Grupo 1: Lo que va a pasar es que el globo se va a explotar. Porque la vela calienta el caucho de la bomba y se explota hay mismo, las partículas del aire están dispersas en el globo.*

*Grupo 2: Lo que va a pasar es que el globo va a explotar hay mismo. Con el calor de la vela no aguanta y se explota*

*Grupo 3: Se explota hay mismo, el globo no aguanta el calor de la vela.*

*Fuente: transcripción de la grabación de una sesión de clase. Fase de exploración de la de la sub-idea 2 (en las transcripciones de las grabaciones y de la entrevista la letra M: corresponde a la maestra).*

Es importante ver como durante las respuestas que van construyendo los estudiantes se evidencia una apropiación de la teoría corpuscular de la materia, para la explicación de los estados de agregación. De igual manera es válido considerar el avance en el manejo del lenguaje científico en las respuestas, esto evidencia una apropiación del lenguaje oral

y escrito. Dentro de los argumentos involucran términos, como estado líquido, gases, calor. Todos estos conceptos hacen parte de la construcción de un discurso más elaborado y que enriquece la construcción de párrafos con sentido y coherencia semántica y sintáctica.

*M: Ahora, otro integrante debe llenar el segundo globo con agua hasta la mitad y cerrar el globo, posteriormente repite el procedimiento exponer el globo lleno de agua al calor emitido por la vela.*

*Predecir*

*¿Qué sucederá con el globo cuando es expuesto al calor emitido por la vela? Para ello, se debe expresar la predicción en un párrafo, que tenga una idea principal y dos frases que la desarrollen.*

*Grupo 3: Lo que va a pasar es que ese globo no se explota tan rápido. El agua que está dentro de globo lo ayuda a durar más.*

*Grupo 4: profesora lo que va a pasar es que el globo se explota después de un ratito. El agua lo ayuda a ser más resistente al calor*

*Grupo 1: Profesora lo que va a pasar con el segundo globo es que no explota hasta que el agua no está caliente. El agua es un líquido y se comporta diferente al aire que un gas.*

*Fuente: transcripción de la grabación de una sesión de clase. Fase de exploración de la de la sub-idea 2 (en las transcripciones de las grabaciones y de la entrevista la letra M: corresponde a la maestra).*

La maestra explica a los estudiantes que al término de las predicciones el paso siguiente es realizar la actividad experimental y tomar atenta nota de todo lo que sucede. Todos los registros son muy importantes para poder dar las explicaciones del fenómeno y comparar las predicciones con los resultados obtenidos.

Las figuras 4-1 y 4-2, así como en las respuestas redactadas por los estudiantes dejan ver la construcción de modelos, desde la teoría cinética molecular. Hay claridad en el concepto de la conformación de la materia, es decir los aprendices tienen claridad que la materia está formada por átomos o moléculas. Para la explicación del fenómeno observado dejan ver el movimiento continuo de las moléculas, y como varía el comportamiento de estas, de acuerdo con los diferentes estados de agregación. Se percibe el uso de la teoría cinético molecular al describir la formación de la materia por partículas o moléculas, además del movimiento continuo. Los presupuestos anteriores se validan con las siguientes viñetas.

*Observar*

*M: Realizar y observar las anteriores dos situaciones planteadas*

*M: Comparar y describir lo observado en las anteriores situaciones experimentales. Para ello, elabore un párrafo con idea principal y secundaria, las cuales se complementan a través de una imagen o ilustración.*

*Grupo 1: En las dos situaciones se cumplió la predicción que habíamos hecho. Porque en la primera parte cuando la bomba inflada solo con aire esa se explotó hay mismo, no aguantó el calor de la vela y en la segunda parte, cuando la bomba tenía agua no se explotó.*

**Figura 4-1:** Texto multimodal del grupo 1 en la tarea 3 de la exploración 2



*Grupo 2: Las predicciones que hicimos en cada una de las dos situaciones se cumplieron. En la primera el globo se explotó de inmediato, como nosotros habíamos dicho por el aire y en la segunda el agua le ayudo al globo para permanecer sin explotar.*

*M: ¿Qué efecto produce el calor emitido por la vela en las dos situaciones anteriores?*

*Grupo 4: Profesora lo que paso es cuando la bomba tenía solo aire, como es un gas y con el calor de la vela hay mismo se explota. Y cuando había agua como el agua aguanta más calor por eso no se exploto*

*M: ¿Será igual el efecto en los dos globos? Argumenta tu respuesta*

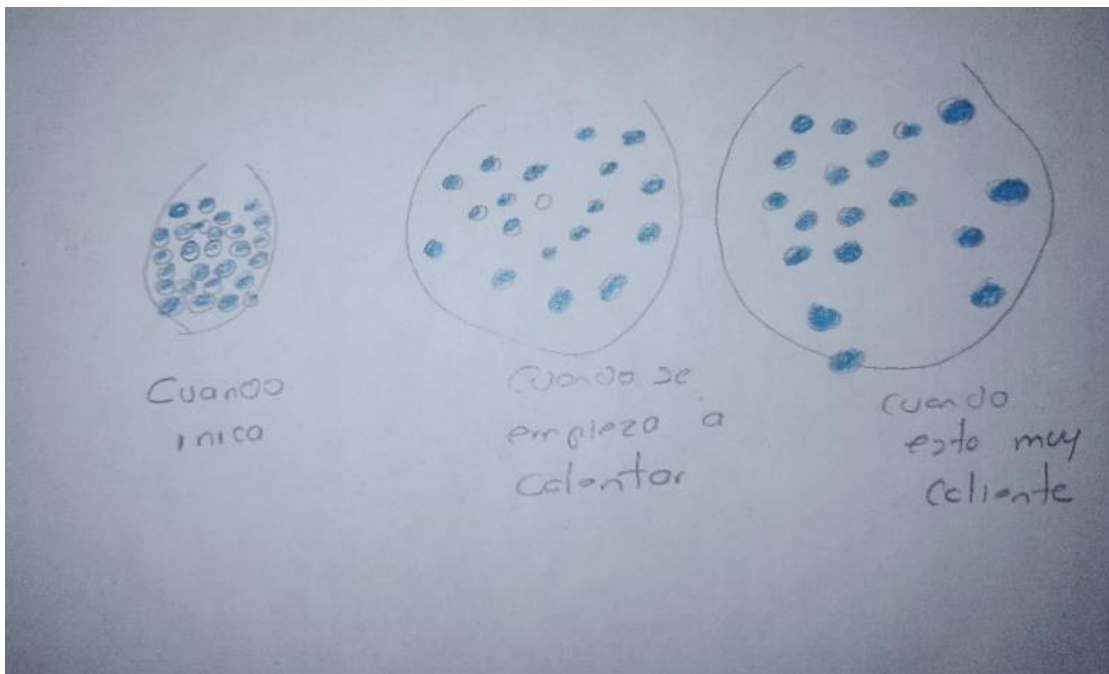
*Grupo 3: profesora no es lo mismo, porque con el aire no aguanto el calor de la vela, pero con el agua se empezó a calentar la bomba y no se explotó hay mismo.*

*M: Construye un modelo a nivel submicroscópico donde se represente el comportamiento de las partículas de agua a medida que se calienta el interior del sistema globo agua*

*Explicar*

*M: Comparar la predicción con el fenómeno observado ¿Es igual la predicción a los resultados observados? ¿hay semejanzas y diferencias? ¿cuáles? Expresa tus respuestas a través de un texto multimodal.*

**Figura 4-2:** Texto multimodal del grupo 4 en la tarea 6 de la exploración 2



*Fuente: transcripción de la grabación de una sesión de clase. Fase de exploración de la de la sub-idea 2 (en las transcripciones de las grabaciones y de la entrevista la letra M: corresponde a la maestra).*

En la siguiente tarea de la clase, la maestra pide a los alumnos que revisen todo el desarrollo que se ha dado hasta ahora en la actividad experimental para construir una explicación del fenómeno observado. Se muestra en las respuestas obtenidas y en la figura 4-3, la comprensión del fenómeno desde la teoría corpuscular, explicando como el espacio entre las partículas va a depender del estado de agregación y la capacidad de absorción del calor del agua y de conductividad térmica. Todas estas respuestas y representaciones dan cuenta del nivel de comprensión que han logrado los estudiantes del fenómeno de la discontinuidad de la materia, y las características de los estados físicos de esta. Todos estos presupuestos se pueden validar de acuerdo con la siguiente viñeta.



*M: Diseñar un texto de naturaleza lingüística y no lingüística que represente lo sucedido en la situación problemática experimental, para ello se puede hacer uso de diversos recursos semióticos que se configuren para comunicar una idea global del fenómeno.*

*Grupo 5: Lo que sucedió en la situación experimental es que cuando el globo solo estaba inflado con aire, explota porque recoge el calor hay mismo. Pero cuando el globo se llenó de agua aguanta más porque el agua necesita mucho más tiempo para recoger el calor. El agua tiene la capacidad de absorber mucho calor y requiere de una gran temperatura para empezar a evaporarse, como esto no sucede el globo no explota.*

*Fuente: transcripción de documentos de los estudiantes de la sesión de clase. Fase de exploración de la de la sub-idea 2 (en las transcripciones de las grabaciones y de la entrevista la letra M: corresponde a la maestra).*

**Figura 4-3:** Texto multimodal del grupo 5 en la tarea 7 de la exploración 2



De la clase anteriormente descrita se pueden destacar varios aspectos. El avance en los procesos de comprensión del fenómeno es muy enriquecedor evidenciar el progreso que se da en el aprendizaje y poder hacer seguimiento continuo a este, además de lograr intervenciones in situ, a fin de fortalecer los saberes. Otro aspecto importante es el

manejo del lenguaje, los aprendices logran construir párrafos que guardan una coherencia, además hacer la transducción de textos lingüísticos a textos multimodales y la apropiación de la estrategia del POE.

Es importante decir que para los estudiantes las practicas experimentales son importantes, y las reconocen como estrategias que potencian el aprendizaje científico. Esta afirmación se evidencia en la siguiente viñeta, donde se describe apartes de la entrevista realizada a uno de los estudiantes

*M: ¿Evidencia algún cambio en la enseñanza de la maestra de ciencias naturales, entre la manera como enseñaba antes y la manera como enseña ahora?*

*E5: Si porque antes en las demás clases no hacíamos tantas actividades experimentales y ahora sí. Es nuevo que ahora todos participan más en la clase, a unos no les gusta mucho hablar, pero la maestra les motiva para que hablen, además me gusta mucho los simuladores.*

*M: ¿Cómo califica su aprendizaje de los estados físicos de la materia en comparación con otros temas trabajados en la clase de ciencias naturales? ¿Mejor, lo mismo, peor?*

*E 5: Este tema me gusto más, además porque vimos muchas cosas aplicadas a la vida cotidiana, como el olor del fabuloso, eso lo hacemos mucho en la casa, pero no lo habíamos visto en clase como algo para aprender. Se me facilito más entender lo de los gases, como estos se expanden y llegan a muchas más partes. Se me dificulto entender por qué los estados como sólido, líquido y gas cambian sus características dependiendo del material que este hecho. Otra cosa que me gustó mucho es haber aprendido lo de los espacios vacíos de la materia, uno piensa que todo lo que lo rodea es materia y está junto.*

*M: ¿Cuál de las siguientes estrategias le gustó o no le gustó y por qué? Discusión en pequeños grupos., discusión con toda la clase, elaboración de textos escritos, elaboración de textos multimodales, lectura de artículos con el*

*lenguaje propio de la Ciencia, lectura de textos multimodales, utilización de recursos tecnológicos digitales, uso de prácticas de laboratorio.*

*E5: De todo lo más me gusto fueron las practicas experimentales, las pudimos hacer con materiales sencillos de la casa y aprendimos mucho, además todos colaboramos para hacer la práctica. También me gusto los simuladores y como se veían los cambios, las socializaciones estuvieron chévere, sobre todo las de las aplicaciones como lo de la guerra química. La verdad lo que menos me gusto es la escritura de las explicaciones a mi casi no me gusta escribir y se me dificulta mucho, la verdad me gusta más hacer imágenes para explicar y no textos lingüísticos eso es muy difícil.*

*M: ¿Cuál de las estrategias anteriores facilitó su aprendizaje, y de qué manera?*

*E5: De todas las estrategias me ayudó mucho para aprender las prácticas de laboratorio y los debates que hacíamos, a mí me gusta mucho hablar y cuando hicimos en debate de la guerra química y lo de armero estuvo muy chévere y aprendí mucho.*

*M ¿Qué opina del uso de la estrategia de combinar la experimentación y la lectura de textos de naturaleza científica para el aprendizaje de los estados físicos de la materia?*

*E5: Profesora pues a mí me gustó mucho, porque los experimentos los pudimos hacer con materiales sencillos y todos los compañeros colaboraron. También me gusto que lo que hacíamos en las prácticas lo podíamos relacionar con otros temas, y otra cosa que me gustó mucho es lo de los textos multimodales a mí me gusta más explicar y aprender con imágenes que con esas lecturas tan largas. Y también me gusto que en cada una de las sub-ideas empezamos con experimento, esas actividades son motivadoras y dan ganas de venir a clase.*

*M: ¿Qué tipo de habilidades son necesarias desarrollar para aprender ciencias naturales a través de la lectura y la experimentación?*

*E5: profesora pues hay que aprender a leer y a interpretar lo que leemos, también hay dar argumentos para las respuestas que decimos, y tenemos que aprender a escribir.*

*Fuente: transcripción de entrevista, documento identificado como ENTR E-5 Atlas ti.*

La entrevista anteriormente descrita, muestra como una de las estrategias que más causo impacto y en la cual los estudiantes encuentran como clave para el aprendizaje son aquellas de tipo experimental. Además, de reconocer en las habilidades lingüísticas un valor agregado para la comprensión de los estados físicos de la materia.

#### **4.2.2 La relación entre la lectura, la escritura y la oralidad para la comprensión de los estados físicos de la materia.**

Esta generalización naturalística surge al vincular las habilidades lingüísticas desarrolladas en el aula de ciencias con la categoría medular. De este modo se demuestra como la lectura brinda los insumos necesarios para una buena argumentación y como estas dos habilidades en conjunto dan las herramientas para los procesos de escritura. Así, el potenciar el uso de las habilidades lingüísticas permite a los estudiantes, leer, hablar y escribir el lenguaje propio de la ciencia (Izquierdo, 2000), para la comprensión de los fenómenos asociados a esta.

En las diferentes actividades, se proponen tareas que apuntan a potenciar las habilidades lingüísticas, como estrategias de aprendizaje mediadoras para la comprensión de los estados físicos de la materia. Así, durante las diferentes sesiones de clase, la maestra convoca a los alumnos para que hagan inferencias y predicciones de los diferentes textos. Esto lo hace con el objetivo de desarrollar comprensión lectora de diferentes recursos semióticos característicos del discurso científico.

En las tareas que se desarrollan en las diferentes fases, la maestra además de enseñar el fenómeno químico realiza actividades que permiten la comprensión de los textos, la coherencia semántica y sintáctica. Para ello, al inicio de las lecturas, pide a los alumnos

que infieran el tema del texto a partir del título, luego de realizar la lectura extraen la idea principal y las ideas secundarias, y finalmente si existe intertextualidad entre el texto lingüísticos y el multimodal. Todo es tipo de acciones permite a los estudiantes apropiarse del discurso propio de la ciencia para comprender el fenómeno de los estados físicos de la materia.

La siguiente transcripción de un video, muestra el accionar de la maestra durante una de sus clases, donde a partir de un texto lingüístico busca explicar la manera como está formada la materia, y hacer una reflexión sobre la responsabilidad social y política que implica el conocimiento científico. Para todas las transcripciones se utilizó las siguientes abreviaciones.

*M: maestra E1: estudiante uno E2: estudiante dos E3: estudiante tres*

*M: Durante el desarrollo de esta actividad se debe hacer una lectura lenta y consciente del texto, titulado " la guerra química". Para ello, se debe focalizar en los aspectos redaccionales del texto (por ejemplo: relación semántica o de significados, entre la idea principal, secundarias y otros recursos semióticos); Además, se requiere que se identifique los contenidos temáticos que se representan en este texto.*

*M: lo primero que haremos es leer el título, van a pensar por 20 segundos ¿Qué contenido se puede inferir a partir de título del texto?*

*E1: profesora el título nos quiere decir que nos va a hablar de la manera como se utilizan las armas y los compuestos químicos para ir a la guerra.*

*E2: profesora del título podemos inferir que se trata de una guerra en la que se utilizaron armas químicas parecido a la película de Chernóbil*

*M: como así y que paso en la película. ¿ Todos ya la vieron?*

*Clase: No la hemos visto (solo tres estudiantes más la habían visto)*

*E2: profesora la película se trata de un accidente que ocurre en una planta nuclear en Rusia, exploto una cantidad de compuestos químicos y mato mucha gente y contamina toda la ciudad.*

*M: ¿Pero fue un accidente o algo intencional como una guerra?*

*E2: No profesora fue un accidente, pero lo que le quiero decir es que los compuestos químicos pueden matar mucha gente.*

*E3: Profesora, el título nos dice que ese texto se va a tratar de un ataque con armas químicas en vez de utilizar pistolas, van a atacar con compuestos químicos como los ácidos.*

*Fuente: transcripción de la grabación de una sesión de clase. Fase de aplicación de la de la sub-idea 1 (en las transcripciones de las grabaciones y de la entrevista la letra M: corresponde a la maestra).*

Este segmento de la transcripción de un video de las sesiones de clase, muestra como para los estudiantes la oralidad es una habilidad lingüística que se les facilita bastante. Por supuesto, no a todos, pero en general las respuestas y la inferencia que convocan a los aportes orales son muy fluidos. Además, la relación que encuentran los estudiantes entre la clase y otras situaciones que han vivido, este tipo acciones le permite a la maestra, contextualizar el fenómeno y acercar los aprendices al conocimiento científico.

*M: Ahora si en los grupos van a leer el texto y van a identificar las principales ideas que configuran el texto (véase, figura 4-4).*

**Figura 4-4:** texto utilizado en la fase de aplicación 1

*“La guerra química”*

*Fritz Haber, químico alemán a quien se le conoce como el padre de la “guerra química” fue galardonado en 1918 con el premio nobel en química. En el año de 1915 tres años antes de recibir el premio nobel, época en la cual el mundo afrontaba la primera guerra mundial, Haber junto con sus colaboradores llegaron a la conclusión que la utilización del cloro sería una gran arma que el ejército alemán podría utilizar contra los tropas francesas. Fue así como al final de la tarde del 22 de abril de 1915 las tropas alemanas liberaron 168 toneladas de cloro que se encontraban contenidas en pequeñas bombas en cuyo interior se hallaba cloro gaseoso comprimido.*

*Este ataque dejó 15.000 soldados heridos y 5000 muertos (véase fig.1) en palabras Del reverendo británico Owen S. Watkins quien acompañaba las tropas como guía espiritual. “Soldados franceses se tambalearon ante nosotros, ciegos, tosiendo, con el pecho palpitando, caras de un feo color violeta, labios incapaces de decir nada, llenos de agonía. Lo imposible se había hecho realidad. Fue la cosa más diabólica y cruel que he visto en mi vida”. Esta fue la primera vez que se utilizaron armas químicas en una guerra internacional.*

*Texto adaptado de la investigación de Carles Padró Sancho*

*E3: La idea principal del texto son como se empezó a utilizar los compuestos químicos para atacar a los oponentes en las guerras y la cantidad de soldados que se murieron con ese cloro.*

*E4: profesora la idea principal es que ese cloro como era un gas se expandió muy rápido por el aire y asfixio a los soldados y mato muchos.*

*E2: ¿eso del texto es como parecido a los que hacen los policías con los gases lacrimógenos?*

*M: ustedes que opinan de la pregunta del compañero ¿será parecido el texto con los gases lacrimógenos?*

*E3: Profesora yo creo que sí, solo que es menos malo porque en el texto dice que mato mucha gente y con esos gases a veces arden los ojos, pero no se muere tanta gente.*

*E5: Profesora, la idea principal es que las armas químicas se han utilizado desde hace mucho tiempo para las guerras. Esto no debe ser así, porque los compuestos químicos hacen mucho daño a los soldados.*

*Fuente: transcripción de la grabación de una sesión de clase. Fase de exploración de la de la sub-idea 2 (en las transcripciones de las grabaciones y de la entrevista la letra M: corresponde a la maestra).*

Es importante mencionar varios aspectos de la clase anteriormente descrita. Lo primero es que la lectura pausada y dirigida permite a los estudiantes hacer mayor apropiación de las características semánticas del texto, encontrar la idea principal y las ideas secundarias. También, es importante destacar que el texto ubica a los estudiantes dentro de un contexto y les da las herramientas para asociar los fenómenos químicos con eventos de la vida cotidiana.

A continuación, se muestra otro aparte de la transcripción de la grabación de la sesión de clase.

*M: ¿Será que la idea global que comunica el texto a través de los párrafos se complementa con la idea que se enuncia a través o por medio de la imagen?, (véase figura 4-5).*



**Figura 4-5:** texto multimodal utilizado en la aplicación 1



*E 2: profesora yo creo que sí, porque en el texto decía que todos los soldados quedaron tendidos en piso, después de inhalar en gas, y en la imagen se ve como están todos tendidos en piso.*

*E 5: Profesora también creo que sí, y como eso fue hace tanto tiempo por eso la imagen es a blanco y negro.*

*E1: Profesora, si lo complementa porque ilustra lo que paso, y como los soldados atacados quedaron tendidos en el suelo y todo estaba muy oscuro.*

*E2: Si lo complementa, para mi profesora es más fácil entender los párrafos cuando hay alguna imagen, eso me ayuda a relacionar lo que estoy leyendo.*

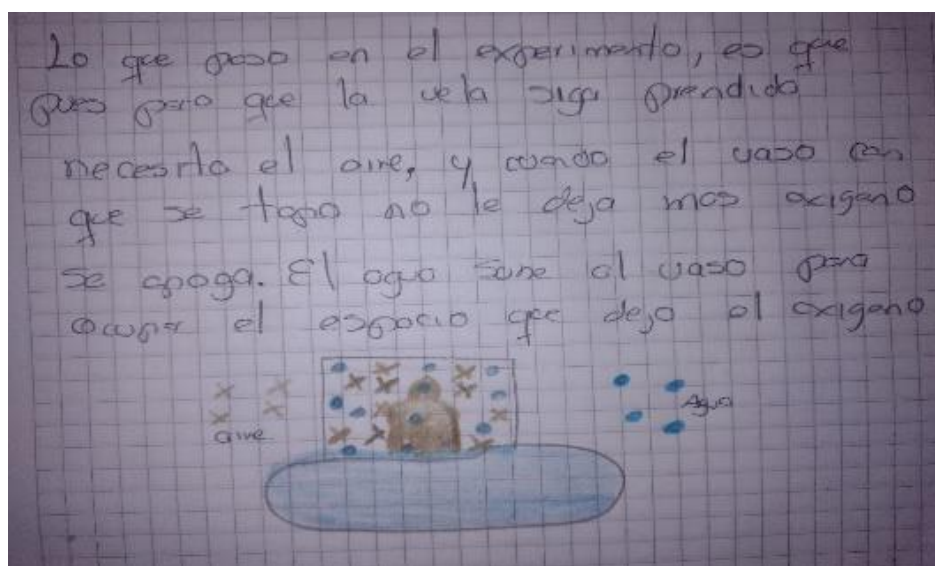
*En el texto lingüístico cuentan que paso ese día y en la imagen ilustran como quedo todo después del ataque con el cloro.*

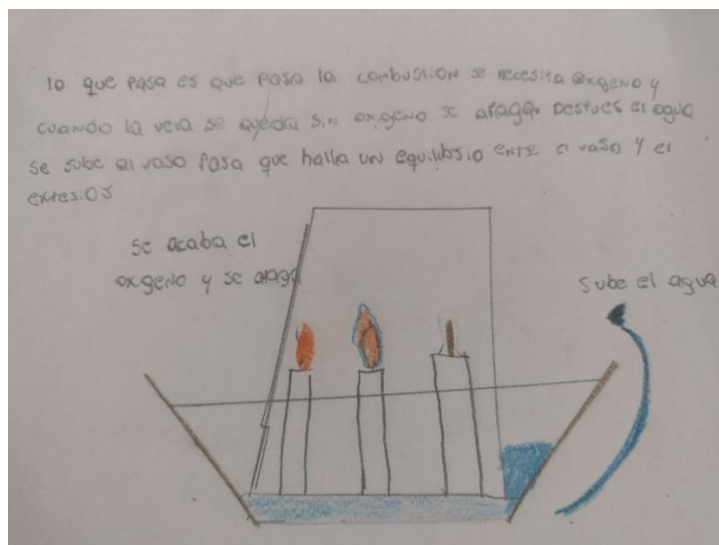
Una de las características más importantes de la clase anteriormente descrita, es la comprensión que logran hacer los estudiantes del texto, y la intertextualidad que construyen entre el texto lingüístico y el multimodal. De este modo se logra mayor comprensión del fenómeno, es decir entre más nutrido es el objeto de aprendizaje de diferentes recursos semióticos, más significado tiene para el aprendizaje (Candela, 2018).

Además, de la lectura y la oralidad la maestra desarrolla actividades que potencian la escritura de textos lingüísticos y multimodales, así como, la transducción de textos multimodales a textos lingüísticos. La escritura que es claramente la más compleja de todas las habilidades lingüísticas, toda vez que implica no solo hacer un registro sino plasmar la comprensión de un conocimiento (Reyzábal, 2012).

A fin de potenciar la habilidad de la escritura y la transducción la maestra propone una serie de tareas, que permite a los estudiantes construir textos lingüísticos y multimodales. Dentro de la secuencia de actividades de aprendizaje son diversas las acciones que convocan la escritura de diferentes tipos de textos, la viñeta que se muestra a continuación corresponde a la tarea 6 de la fase de exploración 4, allí se pide a los estudiantes que a partir de una actividad experimental que se ha desarrollado previamente, donde ya han realizado la predicción y la observación para la explicación construyan una representación del fenómeno estudiado haciendo uso de diferentes recursos semióticos. Las figuras 4-6 y 4-7, dejan ver unos documentos con coherencia semántica, párrafos con una idea principal y una o dos ideas secundarias que los desarrollan, además la utilización de recursos multimodales que nutren la comprensión del fenómeno estudiado.

**Figura 4-6:** Respuesta del grupo 4, tarea 6 de la fase de exploración 4



**Figura 4-7:** Respuesta del grupo 1, tarea 6 de la fase de exploración 4

### 4.2.3 El aula de ciencias mediada por el lenguaje oral y escrito para la construcción de una comunidad de práctica.

Al relacionar la categoría, el aula de ciencias convertida en una comunidad de práctica con la categoría medular surge esta generalización naturalística. Dejando ver la relación concluyente entre el lenguaje en todas sus manifestaciones y la importancia de construir en colectivo (Watkins, 2005). En este sentido es importante considerar como la organización del aula de clase y la intervención constante de la maestra permite comprender de manera más amigable el contenido del fenómeno de los estados físicos de la materia.

En la secuencia de actividades se propicia en todos los casos la participación de los estudiantes y la mediación y acompañamiento de la maestra investigadora. De este modo siempre se presenta la posibilidad de dar aportes en los subgrupos de trabajo y en colectivo. De igual manera cada una de las fases de la secuencia de actividades propone

escenarios y contextos diferentes de modo tal que la participación se da desde diferentes acciones de pensamiento. El trabajo en comunidades de práctica permite a los estudiantes ganar confianza y sentirse sujetos activos del aprendizaje (Scardamalia & Bereiter, 1991).

Durante la implementación la distribución que le da la maestra al aula de clase siempre es en subgrupos de trabajo, con la intención de distribuir las tareas y brindar la posibilidad que los estudiantes puedan construir en colectivo. De este modo se evidencian varias acciones como la participación constante en las socializaciones, los momentos donde cada subgrupo debe sustentar sus respuestas y escuchar de manera respetuosa la postura de sus compañeros. La siguiente viñeta muestra la instrucción que se da al inicio de cada una de las sesiones de trabajo, para la organización del aula.

*Leer de manera reflexiva el texto multimodal titulado, "la respiración de los peces". En primer lugar, se hace la lectura de manera pausada con el fin de comprender lo que se está comunicando en el párrafo. Si desconoce el significado de algún término lo puede consultar en el diccionario o preguntar a su maestro de manera ordenada. Es muy importante no interrumpir la lectura de los demás compañeros.*

*En segundo lugar, se lee el vídeo o texto multimedial, teniendo presente que este está configurado por dos canales de información, auditivo y visual; los cuales aportan información relevante, en la interpretación del vídeo o texto multimedial.*

*Al finalizar la lectura del vídeo o texto multimodal la clase se organiza en pequeños grupos de 3 o 4 estudiantes para dar respuesta a las tareas problema, resulta importante que los integrantes de los grupos escuchen de manera atenta la opinión de cada uno de los compañeros con el fin de llegar a acuerdos. Finalmente, las respuestas a las preguntas se discuten en el aula de ciencias.*

Este tipo de consignas se pueden evidenciar a lo largo de todas las actividades. De este modo la maestra presenta el aula como un espacio abierto al conocimiento, libre de amenazas, con la posibilidad de debatir respetando la opinión del otro. Lo anterior se evidencia con una entrevista realizada a uno de los estudiantes.

*M: ¿Evidencia algún cambio en la enseñanza de la maestra de ciencias naturales, entre la manera como enseñaba antes y la manera como enseña ahora? ¿Qué elementos nuevos tiene la forma de enseñanza ahora? ¿Qué elementos permanecen igual?*

*E1: Profesora pues ahora trabajamos más en grupo que antes. En las clases pasadas muchos trabajos los hacíamos de manera individual. Lo que permanece igual es que usted siempre nos ha explicado bien y nos tiene mucha paciencia*

*M: ¿Cómo califica su aprendizaje de los estados físicos de la materia en comparación con otros temas trabajados en la clase de ciencias naturales? ¿Mejor, lo mismo, peor?*

*E1: Profesora pues este tema me ha gustado más, porque hemos hablado de cosas de la vida cotidiana, en las otras clases casi nunca aplicábamos lo que veíamos. A mí me gustó mucho lo de la “guerra química”, así uno aplica lo que en la clase.*

*3. ¿Cuál de las siguientes estrategias le gustó o no le gustó y por qué?*

*E2: Profesora a mí lo que más gusto, es que trabajamos mucho en grupos y que algunos compañeros que nunca hablan en clase se animaron a hablar, por ejemplo, a Mateo le da mucha pena hablar, pero cuando usted le hacía preguntas para que participara él habla. Y ya hasta en clase de matemáticas participa, como que ya no de la pena.*

*Fuente: transcripción de entrevista, documento identificado como ENTR E-4 Atlas ti.*

Los apartes de la transcripción de la entrevista dan cuenta del trabajo que se desarrolla en el aula privilegiando el trabajo en equipos y la participación de todo el colectivo. De

igual manera es importante destacar las acciones de la maestra, para propiciar los espacios de participación de todos los estudiantes.

Por otro lado, es importante rescatar como los estudiantes valoran el cambio en la manera de enseñar. Así, se evidencia el impacto que genera en ellos pasar de un aprendizaje en el cual la mayoría del trabajo se hace en solitario a tener la posibilidad de hacer la construcción de conocimiento en grupo. Todo el desarrollo de las actividades permite que el aula se convierta en una comunidad de práctica mediada por el lenguaje oral y escrito.

Durante la implementación de la secuencia y de manera particular en aquellas tareas donde se debe construir el concepto con la participación de todo el grupo, se enfatiza en la habilidad de la escucha, desde las políticas gubernamentales se hace un especial llamado en la construcción de habilidades para la vida (Ruíz, 2014), y el trabajo en equipo es una de ellas. Así, es necesario desarrollar aprendizajes colectivos y este fin se logra mediante las comunidades de práctica, por otro lado, estos espacios de construcción de significados son parte importante de la alfabetización científica, también incluida en política pública de educación en Colombia desde el año 2010(Colciencias, 2010).

#### **4.2.4 La lectura contextualizada del discurso científico para la construcción de alfabetización científica**

Esta generalización naturalística surge al integrar la alfabetización científica con la categoría medular. Así, es posible evidenciar acciones de los estudiantes que les permite tomar postura y hacer reflexiones críticas a partir de situaciones contextualizadas. Se logra la construcción de argumentos muy sólidos sobre la responsabilidad política, social y cultural de la ciencia a partir de lectura y análisis de textos con situaciones reales(Gil & Vilches, 2001).

La alfabetización científica es uno de los grandes intereses de esta investigación, de modo tal que la secuencia de actividades siempre propicia los escenarios que apuntan a este fin. En la última fase de cada una de las sub-ideas de la secuencia se proponen

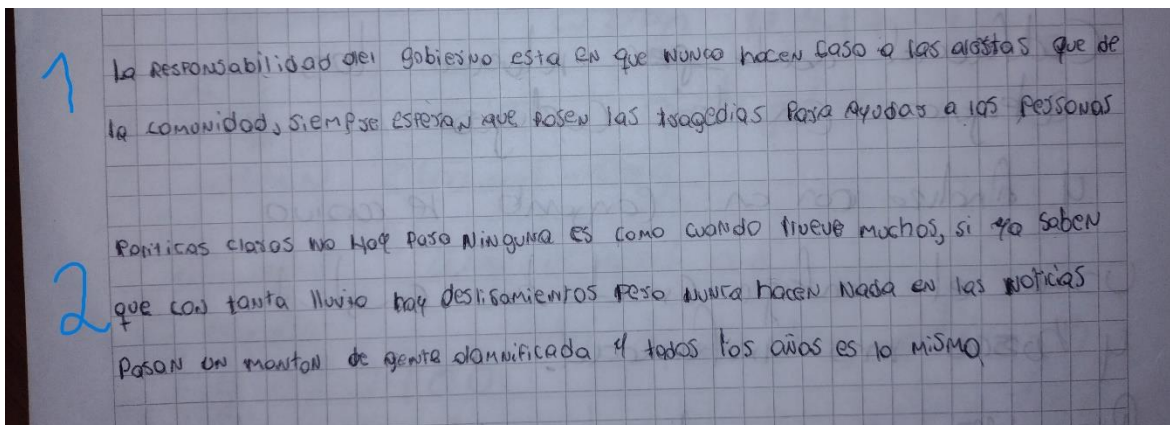
lecturas de situaciones problema contextualizadas, que invitan a la reflexión y a la toma de postura crítica con argumentos suficientes para sustentar las decisiones.

En diferentes momentos la maestra propone escenarios de discusión a partir de situaciones que los estudiantes conocen o de las cuales han escuchado en algún momento. Esto con el fin de ambientar la clase y convocar la participación de los estudiantes desde la lectura de una situación dada. Así por ejemplo en la fig. 4-8 se muestra la respuesta una actividad de la secuencia, en la cual posterior a la lectura de una problemática social los estudiantes deben responder algunas preguntas de reflexión desde el ámbito social y político.

*M: En el texto afirman que después de años de investigación se puede asegurar que la tragedia de armero fue una catástrofe anunciada ¿Cuál consideras que es la responsabilidad política y social del gobierno de la época en esta tragedia? ¿Por qué no se habrán tomado las medidas necesarias para prevenirla?*

*M: ¿Consideras que las políticas públicas actuales son responsables con el medio ambiente? ¿Hay la suficiente educación y preparación para prevenir una tragedia como la de armero?*

**Figura 4-8:** Respuesta del E1 en la fase de aplicación sub-idea -2



Como se muestra en la figura 4-8, el estudiante responsabiliza al gobierno de no tener políticas claras para la atención de emergencias. Y como aún después de muchos años, las tragedias producto de los desastres naturales no se previenen, el llamado de los ciudadanos no es atendido. Solo hasta cuando ocurren las emergencias aparecen los responsables de las políticas públicas, para atender unas tragedias que pudieron ser evitadas.

Lo anterior da cuenta de cómo los estudiantes tienen la capacidad de hacer reflexiones profundas de las deficiencias de las políticas públicas, a partir de la lectura de un texto contextualizado en el aula de ciencias. Esto lleva a generar espacios de discusión donde los saberes se hacen visibles en problemas sociales reales (Norris & Phillipps, 2012).

Con el fin de mantener un hilo conductor de la clase, y aterrizar la lectura en situaciones del contexto más cercanas a los estudiantes la maestra, genera una serie de preguntas. Estas les permiten a los aprendices generar soluciones a situaciones que se pueden presentar en la escuela o en sus hogares, la siguiente viñeta describe un fragmento de la grabación de una de las sesiones de clase, que tiene como objetivo incentivar la toma de postura y decisiones informadas.

*M: En el texto nos describen la tragedia de armero y de cómo la comunidad no estaba preparada para la emergencia ¿Qué situaciones de emergencia creen ustedes que se puede presentar en el colegio? ¿Como hacemos para prevenir o educar las personas para responder en las emergencias?*

*E1: Profesora en el colegio se pueden presentar temblores muy fuertes que nos tumben el colegio. Yo creo que en el colegio hay que tener una brigada de emergencias y que hagamos simulacros de verdad y no de recocha.*

*E2: Profesora en el colegio se nos presenta mucho la lluvia muy fuerte y cuando llueve venteado se nos mojan los salones. Yo creo que deberían tener salones donde nos podamos ir todos y esperar que pase el aguacero para que los muchachos no se salgan para la cancha y se mojan o de pronto les cae un rayo.*



---

*Fuente: transcripción de la grabación de la sesión de clase de la aplicación 2.*

Las respuestas anteriormente descritas muestran como los estudiantes son capaces de apropiarse del conocimiento científico para empoderarse y tomar decisiones. Son conscientes que los simulacros que realizan las brigadas no los toman en serio, pero ante una posible emergencia estos son vitales para salvaguardar la vida. Además, propone soluciones para una situación de la vida cotidiana como son las fuertes lluvias y la manera tan drástica como afectan la ladera.

Los espacios de socialización para este tipo de preguntas son los más extensos, para muchos estudiantes es placentero poder participar y les da la posibilidad de expresar sus diferentes puntos de vista. En ninguno de los casos se consideran posiciones buenas o malas, la consigna está en sostener la tesis con argumentos claros. Es importante considerar que si bien es cierto las habilidades lingüísticas están directamente relacionadas con la alfabetización científica las de mayor dominio para los estudiantes son la lectura y la oralidad. La primera se evidencia en el gusto por hacer lectura en voz alta de los diferentes tipos de textos y la segunda en la claridad con la cual dejan ver sus opiniones.

Los espacios de lectura y discusión son muy importantes toda vez que brindan los argumentos para lograr producciones escritas (Reyzábal, 2012). Pero es una necesidad latente trabajar más procesos de escritura tanto desde la organización sintáctica y semántica como desde la profundidad y argumentación de las composiciones textuales.



## 5. Conclusiones y recomendaciones

Las conclusiones están orientadas por los objetivos específicos y la respuesta al problema de esta investigación. De este modo es consecuente presentarlas desde la planeación e implementación, así, como desde la documentación de las acciones y razonamientos de los sujetos participantes.

La planeación esta mediada por el instrumento metodológico de la CoRe. Este permite hacer una reflexión continua de las acciones del maestro y de los estudiantes y se logra dar significado a cada una de las actividades y las tareas, permitiendo mantener una coherencia entre el contenido, la metodología y la evaluación. Dentro de las muchas potencialidades que presente este instrumento es la de estimular la práctica reflexiva, que se traduce en la toma de decisiones curriculares e instruccionales a fin de fundamentar disciplinar, pedagógica y tecnológicamente la secuencia de actividades de aprendizaje en el marco de la sinergia de la lectura de textos multimodales y la actividad experimental. Además, el desarrollo teórico de los doce ítems de la CoRe genera una teoría práctica acerca de cómo comprenden los estudiantes de séptimo grado el fenómeno de los estados físicos, en conjunción con las posibles acciones pedagógicas que debe poner en escena el profesor con el ánimo de andamiar a los estudiantes en dicho proceso de enculturación científica.

Adicionalmente, es importante mencionar que la planeación pedagógica es un elemento determinante para lograr en los estudiantes aprendizajes que generen impacto y significado. El éxito de todo trabajo pedagógico subyace a la rigurosidad de la planeación, además, permite al maestro ir un paso más allá, y prever situaciones en el aula que le obliguen a utilizar una estrategia diferente pero que lo conduzca al mismo objetivo. De este modo se genera credibilidad a sus acciones, y el contenido curricular que se desea enseñar.

La articulación entre las actividades experimentales y la lectura de diversos recursos semióticos permite a los estudiantes apropiarse de la teoría cinético molecular, para la explicación del comportamiento de las sustancias. Esto se evidencia en los documentos escritos, en las notas de campo y en las grabaciones de las sesiones de clase. Para los alumnos hay una clara relación entre los estados físicos de la materia y el comportamiento de las partículas. Como producto de las actividades y de la intervención de la maestra logran desarrollar modelos que dejan ver la comprensión del movimiento de las partículas y la forma como varía en los sólidos, los líquidos y los gases.

Hay que mencionar, además el avance en el proceso de intertextualidad, los estudiantes logran la transducción de un párrafo lingüístico a un recurso multimodal. De este se obtienen composiciones escritas en las que explican la comprensión del fenómeno, y hacen uso de diversos modos semióticos para enriquecer su texto, combinando graficas con textos cortos y párrafos textuales.

Las diferentes actividades de la secuencia y el accionar de la maestra brindan herramientas para la comprensión de los tres niveles de representación de la química, de este modo logran transitar entre lo macroscópico, lo microscópico y lo simbólico. De estos aprendizajes da cuenta los documentos escritos por los estudiantes, los análisis desde la observación participante, así como las grabaciones de las sesiones de clase.

En cuanto a la implementación de la secuencia de actividades de aprendizaje que permite relacionar de manera armónica la lectura de diversos textos del discurso científico y la experimentación, es válido afirmar que son muchas sus fortalezas. Dentro de estas podemos mencionar la posibilidad de enriquecer el aula con una serie de actividades experimentales que no se diseñan como una receta, sino por el contrario la estrategia de enseñanza del POE hace posible el disfrute y el aprendizaje del fenómeno a partir de la actividad experimental, además que invita a una construcción constante en colectivo y a confrontar los saberes previos, que son tan determinantes en la comprensión de los fenómenos de las ciencias.

Durante toda la implementación se potencia la oralidad, la escucha, la lectura y la escritura. Permitiendo la inclusión del lenguaje de manera explícita, las habilidades lingüísticas dan la posibilidad de hacer del discurso de la ciencia un conocimiento que se disfrute aprender. Es evidente que todas estas estrategias pueden ser adaptadas a cualquier objeto de aprendizaje, permitiendo así ampliar el abanico de enculturación y de alfabetización científica.

Hay que mencionar, además el impacto tan positivo que genera en el aprendizaje del fenómeno estudiado el uso de recursos multimediales, tales como los simuladores, videos y laboratorios virtuales. Los estudiantes de esta década son nativos digitales, situación que implica aprovechar los recursos tecnológicos para mediar el aprendizaje. En una era donde hay gran cantidad información, pero los ciudadanos están menos informados, es deber de la escuela canalizar todo ese flujo de contenidos para potenciar el aprendizaje de la ciencia.

Por otro lado, una de las dificultades de este estudio está en que es realizado solo por una maestra entusiasta, que ya ha sido formada y reconoce la importancia del lenguaje. Esto implica que las estrategias de enseñanza pensadas de manera intencionada para potenciar las habilidades lingüísticas no se da en otras áreas de conocimiento ni en otros grupos de estudiantes. Esta realidad permite reflexionar sobre la importancia de hacer explícito el uso del lenguaje en el currículo de la escuela.

Todas estas consideraciones dejan ver la necesidad de formar más maestros que se piensen el lenguaje como parte sus dinámicas de aula. Que permita el análisis de la realidad política y social del país desde diferentes áreas del conocimiento, construyendo espacios de diálogo constante, y de este modo pasar del aula de ciencias como comunidad de práctica a la escuela como un espacio de libre pensamiento y discusión. Esta debe ser una apuesta de la educación no solo en básica secundaria, sino en todos los niveles de escolaridad.

Estos razonamientos permiten pensar en estudios posteriores, donde sea mayor el número de maestros entusiastas que le apuesten al lenguaje, a las comunidades de práctica y la construcción de ciudadanos científicamente alfabetizados. Esto implica poder llegar a



mayor número de niños y de salones que se impactaran con una nueva manera de ver las ciencias y las demás áreas del conocimiento.

# A. Anexo 1 Instrumento metodológico de la CoRe

Claudia Patricia Duque Salgado

**Interacción sinérgica entre la lectura comprensiva del discurso científico y la experimentación: estados físicos de la materia**

**Gran idea:** La materia es todo aquello que ocupa un lugar, posee masa y energía, que puede ser medido y observado, y está sujeta a interacciones y transformaciones de su estructura interna.

Plan de integración curricular				
	<p>Establezco relaciones entre las características macroscópicas y microscópicas de la materia y las propiedades físicas y químicas de las sustancias que la constituyen (MEN, 2004, p.19).</p>			

La materia está formada por partículas llamadas átomos o moléculas.	La interacción entre dos o más sustancias produce una transferencia de energía de la sustancia de mayor temperatura a la de menor, hasta que se alcanza un equilibrio térmico.	Las partículas que componen la materia presentan un movimiento intrínseco.	Entre las partículas que conforman la materia hay espacios vacíos.	La organización submicroscópica de las partículas determina la apariencia macroscópica de la materia.
<b>Derecho básico de aprendizaje</b>				
Identifica y utiliza el conjunto de recursos lingüísticos y semióticos propios del discurso científico, con el fin de construir y comunicar la comprensión acerca de los cambios de estado de la materia.				
Comprende que la materia está formada por partículas elementales, átomos y moléculas.	Comprende que la energía promedio de un sistema determina el movimiento intrínseco de las partículas.	Comprende que las sustancias pueden encontrarse en distintos estados de agregación, dependiendo de la organización submicroscópica de las partículas.		
<b>Acciones de pensamiento</b>				
<p>...me aproximo al uso del lenguaje propio de la actividad científica...</p> <p>Comunico la comprensión de las entidades y procesos que subyacen al fenómeno de los estados físicos de la materia, para ello, hago uso de recursos lingüísticos y semióticos, tales como: texto impreso, gráficas, dibujos, animaciones, lenguaje oral y experimental.</p>				



<p>...me aproximo al conocimiento como científico natural</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formuló preguntas específicas sobre una observación o experiencia y escojo una para indagar y encontrar posibles respuestas.</li> <li>• Comunico, oralmente y por escrito, el proceso de indagación y los resultados que obtengo.</li> </ul> <p>...manejo conocimientos como científico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Describo el desarrollo de modelos que explican la estructura de la materia.</li> </ul>	<p>...me aproximo al conocimiento como científico natural</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizo mediciones con instrumentos y equipos adecuados a las características y magnitudes de los objetos y las expreso en las unidades correspondientes.</li> <li>• Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas</li> </ul> <p>...manejo conocimientos como científico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparo sólidos, líquidos y gases teniendo en cuenta el movimiento de sus moléculas y las fuerzas electroestáticas.</li> <li>• Relaciono energía y movimiento intrínseco de las partículas.</li> </ul>	<p>...me aproximo al conocimiento como científico natural</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Busco información en diferentes fuentes.</li> <li>• Explico fenómenos cotidianos en los que se pone de manifiesto el cambio de estado de diferentes sustancias</li> </ul> <p>...manejo conocimientos como científico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explico los estados de la materia a partir de fuerzas electrostáticas que se dan entre las partículas a nivel submicroscópico.</li> </ul>
--	--	--

<p>...desarrollo compromisos personales y sociales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Reconozco que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos simultáneamente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describo y verifico el efecto de la transferencia de energía térmica en los cambios de estado de algunas sustancias.</li> </ul> <p>...desarrollo compromisos personales y sociales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias.</li> <li>• Comunico oralmente y por escrito el proceso de indagación y los resultados que obtengo, utilizando gráficas, tablas y ecuaciones aritméticas.</li> </ul> <p>...desarrollo compromisos personales y sociales</p> <p>Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias.</li> </ul>
<b>Competencias para desarrollar</b>		
<p>Comprender las relaciones que existen entre las características macroscópicas y microscópicas de la materia y las propiedades físicas y químicas de las sustancias que la constituyen.</p> <p>Elaborar y proponer explicaciones para algunos fenómenos de la naturaleza basadas en conocimientos científicos y de la evidencia de su propia investigación y de la de otros.</p>		

Sub-ideas

1. La materia está formada por partículas llamadas átomos o moléculas.
2. La interacción entre dos o más sustancias produce una transferencia de energía de la sustancia de mayor temperatura a la de menor, hasta que se alcanza un equilibrio térmico.
3. Las partículas que componen la materia presentan un movimiento intrínseco
4. Entre las partículas que conforman la materia hay espacios vacíos, y la organización submicroscópica de las partículas, determina la apariencia macroscópica de la materia.

**¿Qué intenta que aprendan los estudiantes alrededor de esta idea?**

Se pretende fortalecer las habilidades lingüísticas, es decir que los estudiantes puedan hablar, leer y escribir el discurso propio de las ciencias, reconociendo y apropiándose de los textos que enmarcan el discurso científico. Este tipo de textos incluyen los de naturaleza multimodal y multimedial, en donde el estudiante logre relacionar el conjunto de diferentes recursos semióticos como los textos continuos, las gráficas, las imágenes, los sonidos, en fin, todos los recursos semióticos que sumados constituyen los textos de naturaleza científica. Por otra parte, se intenta que los estudiantes comprendan el fenómeno de los cambios de estado de la materia por medio de consultas bibliográficas, prácticas experimentales o exploraciones digitales a través de simuladores.

Que los estudiantes comprendan la estructura microscópica de la materia y como está formada por partículas submicroscópica. Que, aunque estas partículas son imperceptibles a los

Que los estudiantes comprendan que el equilibrio es aquel estado en el cual se igualan las temperaturas de dos cuerpos. Teniendo en cuenta que cuando hay dos o más sistemas se produce una transferencia de energía,

Que los estudiantes comprendan que todo lo que vemos está formado por unas partículas submicroscópica que son imperceptibles. Entre estas partículas hay movimiento continuo y entre ellas existen fuerzas atractivas, llamadas fuerzas de cohesión. Las

Se busca que los estudiantes conceptualicen acerca de cómo los espacios vacíos que quedan entre las partículas que conforman a los cuerpos se conocen como espacio intermolecular. Este espacio intermolecular suele mantenerse como resultado de la fuerza de interacción entre las moléculas y átomos

	<p>sentidos constituyen la materia y determinan la percepción macroscópica de la misma.</p>	<p>desde el sistema de mayor temperatura hacia el sistema que posee menor temperatura, y una vez que las temperaturas se equiparan se suspende el flujo de calor, llegando ambos cuerpos al equilibrio térmico.</p>	<p>moléculas al estar en movimiento se encuentran a una cierta distancia unas de otras.</p>	<p>que conforman la materia, Además, la intención educativa es que los estudiantes al haber comprendido todos los constructos acerca de la estructura y comportamiento de las partículas puedan relacionarlos con los estados de agregación de la materia (sólido, líquido y gaseoso).</p>
<p><b>¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esta idea?</b></p>	<p>El propósito general es que el estudiante identifique y utilice el conjunto de recursos lingüísticos y semióticos propios del discurso científico, con el fin de construir y comunicar la comprensión acerca de los estados físicos de la materia. De este modo adquiere las herramientas que lo convierten en un individuo científicamente alfabetizado. En donde no solo conoce los saberes propios de las ciencias, sino que además está en la capacidad de poner ese conocimiento en un contexto (Norris y Phillips, 2002).</p> <p>En este sentido la enseñanza del fenómeno de los estados físicos de la materia debe estar nutrida por un buen número de recursos semióticos. Lemke (1990) evidenció que el aula de ciencias es un espacio rico en acciones y significados, que configuran un escenario propicio donde convergen recursos semióticos como conjuntos de palabras que confeccionan el discurso científico, gráficas, representaciones matemáticas, prácticas experimentales e imágenes que se dan producto de la mediación del docente en el aula (Candela, 2018).</p> <p>Es así como involucrar al aula todos estos recursos es importante a fin de que el estudiante construya significados y formas de significar y lo convierta en un individuo científicamente alfabetizado, capaz de hablar, leer y escribir de ciencias y en clase de ciencias, empoderado del lenguaje que configura el discurso científico.</p>			

<p>Porque les ayuda a comprender como está constituida la materia y los introduce en la concepción submicroscópica. Que al ser imperceptible a los sentidos resulta muy abstracta y de difícil asimilación.</p> <p>Además, porque les permite construir otra concepción sobre los estados físicos de la materia, diferente a la que han construido tras años de instrucción donde la materia solo se concibe desde una mirada macroscópica.</p>	<p>Es importante que los estudiantes sepan de esta idea porque pueden comprender fenómenos reales de la naturaleza. Tales como los comportamientos humanos, por ejemplo, la respuesta a que el ser humano es homeotermo es decir que mantiene una temperatura constante, es así como en episodios de frío la contracción muscular le da la posibilidad al individuo de obtener el calor que necesita para encontrarse de nuevo en equilibrio.</p>	<p>Es importante que los estudiantes comprendan esta idea ya que les da la claridad para entender el comportamiento de la materia y las propiedades que caracterizan algunas sustancias.</p> <p>De igual manera les permite explicar desde el punto de vista submicroscópica propiedades como el punto de fusión y de ebullición de algunas sustancias.</p>	<p>Es importante que los estudiantes sepan sobre los espacios vacíos que hay entre las partículas que conforman la materia. Toda vez que les proporciona la capacidad de explicar fenómenos como la disolución y la compresión y porqué las sustancias cuyo estado de agregación es gaseoso es comprimible y aquellas cuyo estado de agregación es sólido no resultan comprimibles.</p> <p>En este mismo sentido les permite crear modelos mentales alternativos a los que han sido construidos durante su proceso escolar, donde se conciben los estados de agregación de la materia solo desde la mirada macroscópica y no se ha llevado al estudiante a entender que la organización submicroscópica, es la que</p>
---	---	---	--

				determina la manera como las sustancias se presentan y el estado de agregación es producto de la organización interna de las partículas.
<b>¿Qué más sabe respecto a esta idea (y que no incluye en sus explicaciones a sus estudiantes)?</b>	Son varios los contenidos que no serán tenidos en cuenta para la enseñanza de la gran idea, algunos de ellos porque corresponden a conocimientos previos que el estudiante ya ha trabajado durante los años que han precedido este proceso y otros por el contrario porque son contenidos que serán trabajados posteriormente en otros grados de enseñanza.			
	<b>Conocimientos previos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios físicos y químicos.</li> <li>• Modelos atómicos</li> <li>• Propiedades generales y específicas de la materia</li> <li>• Sustancias puras: elementos y compuestos.</li> </ul>	<b>Conocimientos posteriores</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enlace químico</li> <li>• Diagramas de fases</li> <li>• Disoluciones y sus propiedades</li> <li>• Solubilidad y factores que afecta la solubilidad.</li> <li>• Leyes de los gases</li> </ul>		
<b>¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?</b>	<p>Son varias las dificultades y limitaciones que se relacionan al incorporar el lenguaje como eje que permite andamiar el proceso de aprendizaje de las ciencias naturales. Dentro de estas dificultades se puede mencionar la falta de claridad de los estudiantes para hacer análisis de textos de naturaleza multimodal y multimedial, en donde se exige un mayor nivel de comprensión toda vez que este tipo de texto se presenta nutrido por diferentes recursos semióticos.</p> <p>De manera regular el análisis de textos y el desarrollo de las habilidades lingüísticas de la lectura, la escritura y la oralidad ha estado ligada al aula de lenguaje, y se han extrapolado esas habilidades que el estudiante aprende en</p>			

<p>el aula de lenguaje a las demás aulas, es decir se ha dado una ruptura abrupta entre el lenguaje y el aprendizaje de las ciencias.</p> <p>En palabras de Sanmartí “nos equivocáramos si pensáramos que se aprende a leer en las clases de lengua, y que luego se utiliza este saber en las clases de ciencias” “Más bien es una relación que podríamos llamar simbiótica, ya que el objetivo de leer textos en las clases de ciencias es aprender ciencias, pero no cabe duda de que a la vez se aprende a leer.” En este sentido se hace imperante hacer visible en clase de ciencias el análisis de textos de naturaleza científica de modo tal que el estudiante logre interiorizar el lenguaje como un quehacer propio también del aula de ciencias.</p>		
<p>La construcción de los conceptos físicos y químicos que han generado los estudiantes ha sido desde una visión organoléptica de la materia, de allí para ellos la materia se presenta de forma continua y estática, dentro de las percepciones que tienen con su mundo no se concibe la discontinuidad de la materia.</p>	<p>La transferencia de calor entre dos o más sustancias resulta de un alto grado de complejidad para los estudiantes. Esto se da porque al igual que otros conceptos y comportamientos de la materia hace parte del mundo submicroscópico y los procesos de enseñanza de la química por lo regular están permeados por la explicación de la materia desde su apariencia macroscópica.</p> <p>En este sentido resulta para los estudiantes complejo no confundir el concepto de calor con el de temperatura. En</p>	<p>Para los estudiantes comprender que la materia posee espacios entre sí y que las partículas que componen la materia están en constante movimiento. Son conceptos muy abstractos y más aún porque este comportamiento de la materia hace parte del mundo submicroscópico y para entenderlos es necesario que el estudiante se enfrente a actividades experimentales que le permita inferir la existencia de estos espacios vacíos y del movimiento que se presenta en las partículas.</p> <p>En el momento que logra comprender la existencia de estos espacios vacíos y el movimiento continuo de las partículas, le es posible adoptar nuevos modelos de pensamiento que le hagan comprender que la representación macroscópica viene dada por el comportamiento submicroscópico.</p>

		<p>donde el primero es energía en tránsito mientras que el segundo es una magnitud medible con un termómetro.</p>	<p>Toda esta dificultad para comprender los conceptos viene sumada a que en los años anteriores de escolaridad la enseñanza de la materia siempre ha estado encaminada hacia la apariencia macroscópica de esta. y solo bajo las características observables de la misma.</p>
<p><b>¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los estudiantes influyen en su enseñanza de esta idea?</b></p>	<p>Llevar el lenguaje como referente de andamiaje al aula de ciencias para construir nuevos modelos de pensamiento que permitan la construcción de conocimiento es una tarea un poco compleja y lo es porque resulta nueva para los estudiantes. Para ellos es más común aprender el lenguaje en el aula de lenguaje; y posteriormente llevar estos saberes al aula de ciencias lo que genera una de las más grandes dificultades y es la comprensión de los diferentes recursos semióticos que nutren el discurso científico.</p> <p>Si bien es cierto el lenguaje es universal por su misma naturaleza no es lo mismo analizar y comprender una obra de carácter lírica o literaria que hacer análisis de otro tipo de texto como; gráficas, imágenes, textos multimodales. En consecuencia, la lectura de textos de carácter científico requiere de un análisis y de la utilización de un lenguaje que solo se puede construir en el aula de ciencias.</p>		
	<p>Aceptar la existencia de un mundo submicroscópico resulta complejo para los estudiantes, es más esto se logra solo después de varios años de instrucción en donde el estudiante se vea enfrentado a diferentes situaciones experimentales que le ayuden a comprender que la apariencia macroscópica no es más que eso una apariencia y el verdadero comportamiento ocurre en el mundo submicroscópico.</p>	<p>Son varias las concepciones alternativas que construyen los estudiantes referentes a este tópico, dentro de estas se puede mencionar:</p> <p>Para los estudiantes las partículas en estado sólido presentan una unión muy compacta entre estas, es decir no hay posibilidad a conservar espacios vacíos entre ellas y por el contrario las partículas en estado gaseosos las entienden como sustancias en las que hay mucha presencia de aire lo que hace que las partículas no se puedan unir.</p>	



	<p>Durante los primeros años de escolaridad la enseñanza está centrada en las propiedades observables de la materia lo que reafirma en los estudiantes la continuidad de esta y es solo después de todo un proceso de construcción y análisis que el estudiante logra aceptar la discontinuidad de la materia.</p> <p>Son muchos los estudios sobre la enseñanza de la discontinuidad de la materia que han concluido que las concepciones alternativas de este objeto de estudio (visión continua de la materia) presentan mucha resistencia al cambio. Y esto viene dado por la misma arraigada tradición de enseñar la materia desde su apariencia y no desde su comportamiento (Garritz &amp; Velasco, 2003).</p>	<p>Relacionan de manera directa la apariencia macroscópica de la materia con los cambios de temperatura es decir a mayor temperatura están los gases y a menor temperatura están los sólidos.</p> <p>Otra de las concepciones alternativas que presentan los estudiantes es relacionar el peso con los estados de agregación de la materia, así el estado sólido siempre tendrá mayor peso que el estado gaseoso.</p> <p>De igual manera para los estudiantes las partículas que cuya apariencia macroscópica corresponde a los sólidos son de menor tamaño mientras que las partículas de los gases son de mayor tamaño, es decir hay una relación entre el estado de agregación de la materia y el tamaño de las partículas.</p>
<p><b>¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?</b></p>	<p>El factor que más influye en la enseñanza de esta idea es la falta de instrucción que han recibido los estudiantes en cuanto al reconocimiento de los diferentes recursos semióticos que enriquecen el lenguaje de la ciencia. De allí que una de las primeras tareas es enseñarles a identificar los diferentes modos de representación, que se pueden encontrar en un texto de naturaleza científica. La diferencia que existe entre los diferentes textos que se pueden leer en ciencia, apropiarlos del uso del lenguaje propio de la ciencia para que en el momento de enfrentarse a un texto de naturaleza multimodal o multimedial no le resulte complejo hacer una relación rápida entre todos los recursos que enriquecen los textos científicos toda vez que de poder hacer esa relación rápida, entre varias imágenes y sonidos depende el éxito de la comprensión de los textos que hacen parte del discurso científico.</p>	

<p><b>¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esta idea</b></p>	<p>Dentro de los procedimientos de enseñanza que se plantean para el desarrollo de las actividades están todos aquellos que permitan involucrar las habilidades lingüísticas en el aula de ciencias, es decir lectura dirigida y en pequeños grupos de diferentes tipos de textos que configuran el lenguaje de la ciencia. Es impórtate tener claridad en como los textos han pasado de ser meramente lingüísticos a estar configurados con imágenes, tablas, gráficos y diversos tipos de representaciones.</p> <p>De igual manera los procedimientos de enseñanza contemplan todos los que trasciendan el aula a una verdadera comunidad de práctica. De este modo se organizarán pequeños debates, con la participación de todos los integrantes de la clase, para aquellos estudiantes que presentan dificultad con la participación se generarán los momentos dirigidos por la maestra y que los haga participe de las discusiones en grupo. Dentro de esta estrategia de comunidades de práctica se harán juego de roles, logrando de esta manera hacer una distribución de las tareas y privilegiando de ese modo el trabajo en equipo y la cooperación (Brown, 1994).</p> <p>Además, los diferentes textos de ciencias que se lleven al aula deben generar reflexiones sociales y políticas sobre la responsabilidad de la ciencia, esto a fin de ayudar en la formación de ciudadanos científicamente alfabetizados. Logrando de este modo en los estudiantes el suficiente criterio para tomar decisiones informadas, y con una apropiación social de las ciencias y la tecnología, tal como lo piden los lineamientos curriculares (Colciencias, 2010).</p>
<p><b>¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los estudiantes emplea alrededor de esta idea?</b></p>	<p>La evaluación durante todo el proceso de implementación será de tipo formativa, es decir se hará acompañamiento constate a los procesos de aprendizaje de cada uno de los estudiantes. Este tipo de evaluación permite al docente hacer preguntas dirigidas y hacer explícito las respuestas de los estudiantes, para encaminar la construcción de conocimiento (Talanquer, 2015).</p> <p>De este modo la evaluación será un proceso constante, y en la cual se tendrá en cuenta aspectos como el respeto por el otro y por la opinión de los demás, cumplimiento de las responsabilidades que debe desarrollar dentro del grupo de trabajo, la cooperación como parte importante de las comunidades de aprendizaje. Todos estos valores agregados de la evaluación permiten hacer autoevaluación, este es un proceso altamente metacognitivo, toda vez que invita a una reflexión profunda de los aprendizajes individuales y de cómo ha sido el compromiso para hacer posible el aprendizaje.</p>

	<p>En esta misma línea de la evaluación formativa, también se considera de alto valor la coevaluación. Este aspecto es muy importante en las comunidades de práctica ya que permite el reconocimiento de la otredad, las fortalezas y posibles debilidades del otro, la lectura que hacen los pares entre ellos con una alta objetividad y lejos de los miedos de las relaciones de poder. Por otro lado, los avances de los estudiantes se irán viendo a medida que se haga análisis de los datos que serán recogidos durante la implementación de la secuencia de actividades.</p>
<p><b>¿Qué tecnologías digitales estándar empleas para planear y gestionar el aprendizaje de la idea?</b></p>	<p>Para el desarrollo de esta idea se puede hacer uso, del computador, tabletas, celulares, video beam y parlantes.</p>
<p><b>¿Cuáles son las formas digitales y no digitales que utilizas con el fin de representar y formular la idea?</b></p>	<p>Para lograr que los estudiantes comprendan esta idea se hará uso de lecturas de diferentes textos de naturaleza multimodal, así, como textos de la ciencia ubicados dentro de un contexto. Es importante tener en cuenta que la secuencia de actividades estará disponible en un blog, esto permite el acceso al material de enseñanza desde cualquier dispositivo. Además, se hará uso de documentos impresos que les permita a los estudiantes registrar sus observaciones y hacer sus propias composiciones escritas.</p> <p>Para las actividades de tipo experimental se hará uso de diferentes recursos muy cotidianos a fin de hacer la representación de cada uno de los fenómenos. Para el desarrollo de cada una de las fases los estudiantes deben dar cuenta de una serie de tareas, que involucran las relaciones semánticas y sintácticas de los textos, así, como la apropiación del objeto de estudio.</p>
<p><b>¿Cuáles son las herramientas</b></p>	<p>Para la representación de esta idea se hace uso de diversos recursos digitales como vídeos, animaciones y simuladores. Dentro de estos vídeos se encuentra este que se encuentra disponible en</p>

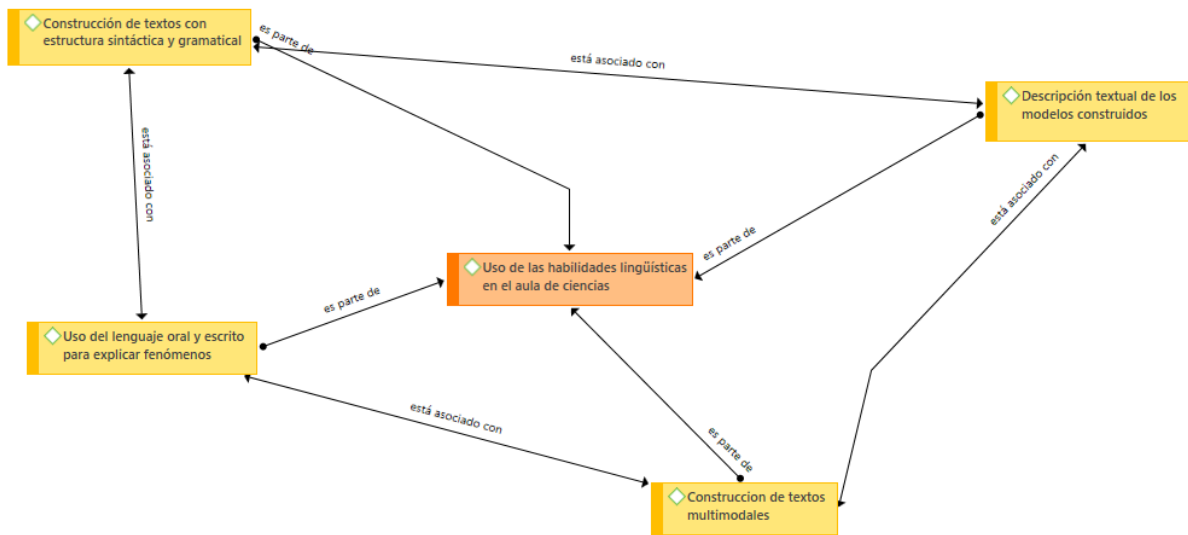
<p><b>digitales (ej., animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, entre otros) más convenientes que utilizas para representar la idea en consideración, y en qué criterios apoyas dicha intención de diseño?</b></p>	<p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=Scr1Mlg09y0">https://www.youtube.com/watch?v=Scr1Mlg09y0</a>. A partir de este vídeo se puede explicar el proceso de respiración de los peces desde la teoría cinética.</p> <p>En otra de las sub-ideas se utilizaron los vídeos <a href="https://youtu.be/Nl8n5VKhn0M">https://youtu.be/Nl8n5VKhn0M</a> y <a href="https://www.youtube.com/watch?v=XNnN6G6IE8o&amp;feature=youtu.be">https://www.youtube.com/watch?v=XNnN6G6IE8o&amp;feature=youtu.be</a>, estos vídeos se utilizaron de manera alterna para explicar el proceso de transferencia de energía de una sustancia de mayor temperatura a una de menor hasta alcanzar un equilibrio térmico. Este proceso es posible explicarlo desde la ley cero de la termodinámica.</p> <p>Otro de los recursos digitales que se uso es un simulador disponible en: <a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_es.html">https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_es.html</a> . Con este recurso es posible introducir el movimiento intrínseco de las partículas y como es su comportamiento dependiendo de su estado de agregación y de la naturaleza misma de los compuestos.</p> <p>Además, de los recursos mencionados se utilizó el vídeo <a href="https://www.youtube.com/watch?v=9kZDedWWj0Y">https://www.youtube.com/watch?v=9kZDedWWj0Y</a>. En este se muestra una radiografía de los problemas de contaminación que causa la industria de licores de Caldas, sobre la fuente hídrica de la quebrada Manizales. Este recurso permite hacer una reflexión profunda sobre la responsabilidad social y política de los diferentes actores de la sociedad.</p>			
<p><b>¿Cuáles actividades de aprendizaje mediadas o no por las tecnologías digitales empleas con el</b></p>	<p>Sub-idea 1</p> <p><i>Exploración:</i> se desarrolla una actividad experimental, que busca hacer visible la manera como está formada la materia.</p> <p><i>Introducción:</i> en esta fase los estudiantes deben</p>	<p>Sub – idea 2</p> <p><i>Exploración:</i> en esta fase se desarrolla una actividad experimental que busca representar la transferencia de energía de una sustancia a otra, hasta alcanzar un equilibrio térmico.</p>	<p>Sub -idea 3</p> <p><i>Exploración:</i> para esta fase se desarrolla una actividad experimental que busca mostrar el movimiento intrínseco de las partículas.</p> <p><i>Introducción:</i> para esta fase se hace uso de un</p>	<p>Sub – idea 4</p> <p><i>Exploración:</i> en esta fase se propone una actividad experimental que busca representar como en las partículas que conforman la materia hay espacios vacíos, y la organización submicroscópica de estas,</p>

<p><b>fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones alternativas sobre la idea bajo consideración? ¿Qué juicios pedagógicos apoyan el diseño de dichas actividades?</b></p>	<p>hacer lectura del texto “la respiración de los peces”. Este recurso está conformado por un párrafo lingüístico y un texto multimodal que es un video. A partir de estos dos textos se proponen unas tareas.</p> <p><i>Aplicación:</i> en esta fase se hace lectura de un texto contextualizado denominado “la guerra química”, a partir de este se propone una serie de tareas que involucra el uso del lenguaje, así como la reflexión política, social y cultural.</p>	<p><i>Introducción:</i> en esta fase se hace uso de dos videos que representan la ley cero de la termodinámica</p> <p><i>Aplicación:</i> para esta fase se hizo uso del texto “armero una tragedia anunciada”. Este permite hacer lectura de fenómenos químicos de manera contextualizada, a partir de la lectura se proponen una serie de tareas que involucran el objeto de aprendizaje, así como la apropiación de la ciencia, a fin de tomar postura crítica y reflexiva,</p>	<p>simulador de la Universidad de colorado que permite ver el movimiento de las partículas en sus diferentes estados de agregación. Allí, los estudiantes deben hacer una exploración del recurso y responder unas tareas que preguntan por el contenido lingüísticos del texto multimodal, así como por el objeto de estudio.</p> <p><i>Aplicación:</i> Para esta fase se hace uso del texto “Fumigaciones con glifosato en Colombia causa problemas en los campesinos de Ecuador”. A partir de la lectura consciente de esta problemática nacional que involucra un fenómeno de las</p>	<p>determina la apariencia macroscópica de la materia</p> <p><i>Introducción:</i> para esta fase se hace uso de un simulador de la Universidad de colorado que permite representar los espacios vacíos presentes en las partículas que conforma la materia. Para ello los estudiantes deben explorar el simulador y responder una serie de consignas que preguntan por el fenómeno y por la lectura semántica y sintáctica del texto multimodal</p> <p><i>Aplicación</i> para esta fase se hizo uso de la lectura del texto “la quebrada Manizales como un basurero industrial”. Este recurso está conformado por un texto de naturaleza lingüística y un texto multimodal que es un video que muestra la misma problemática. Posterior a la lectura complementaria de ambos textos se propone</p>
---	---	---	---	--

---

			ciencias, se proponen una serie de tareas, que preguntan por el fenómeno estudiado, así como por la discusión política que se debe tener frente a una realidad social.	unas tareas de reflexión y de análisis del fenómeno estudiado.
	Es importante explicar que en todas las sub-ideas la primera fase que corresponde a la exploración se desarrolló con una actividad experimental, y las tareas producto de estas actividades responden a la estrategia del POE (predecir, observar y explicar).			

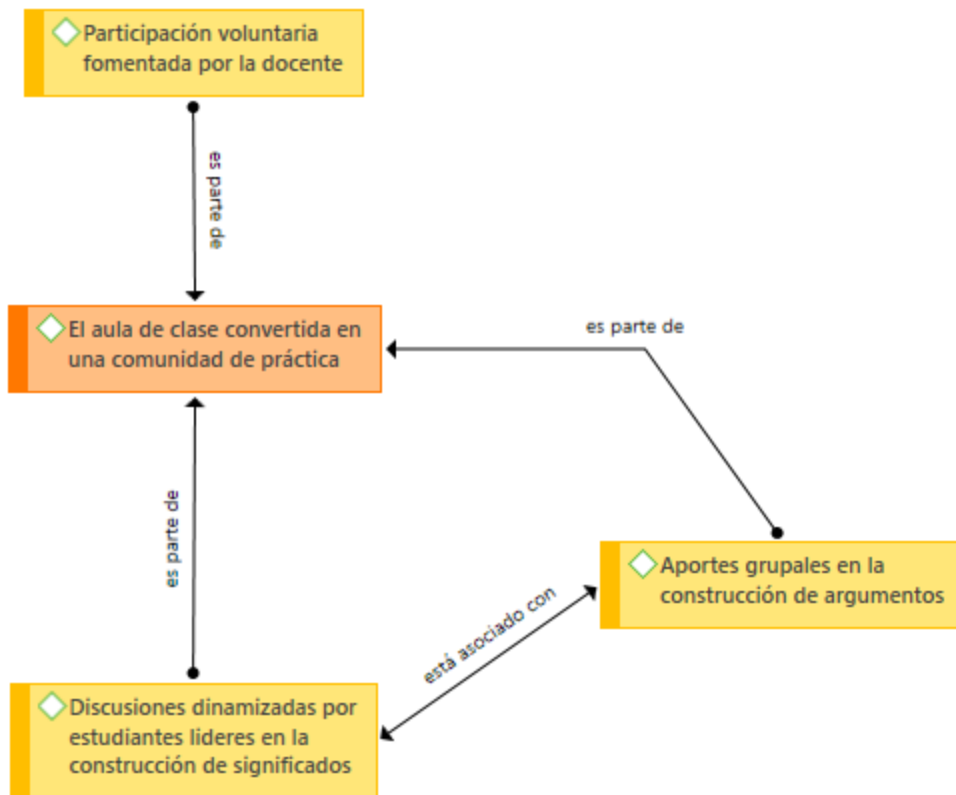
## B. Anexo 2 Red de categoría habilidades lingüísticas





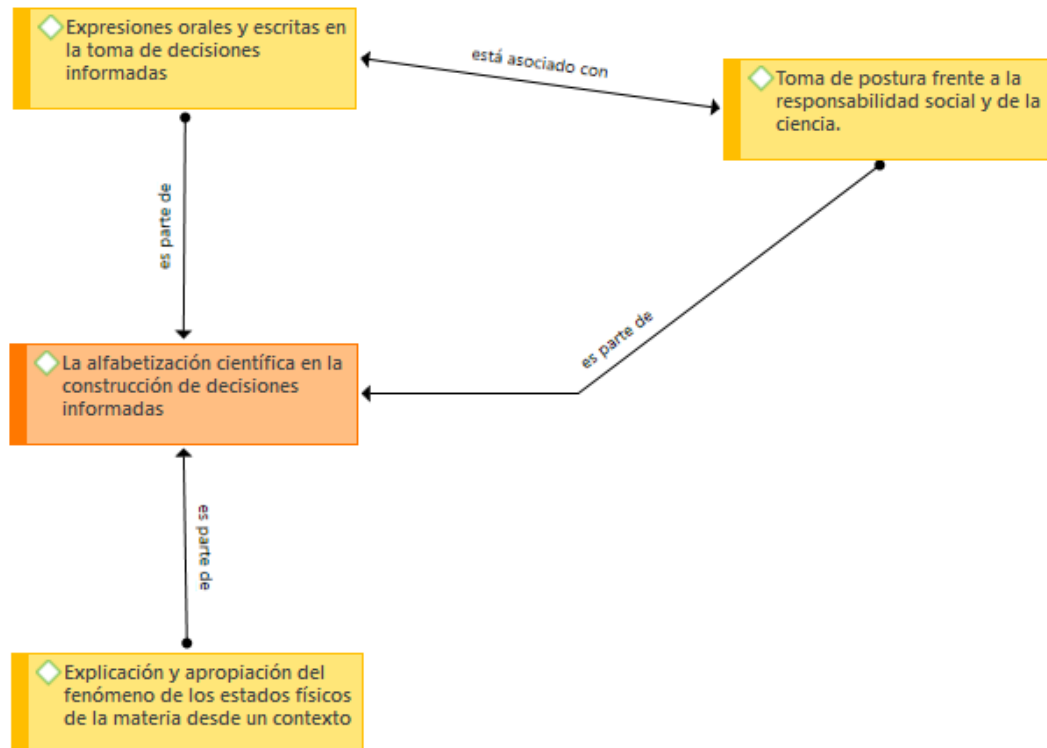


## C. Anexo 3 Red de categoría el aula de clase convertida en una comunidad de práctica



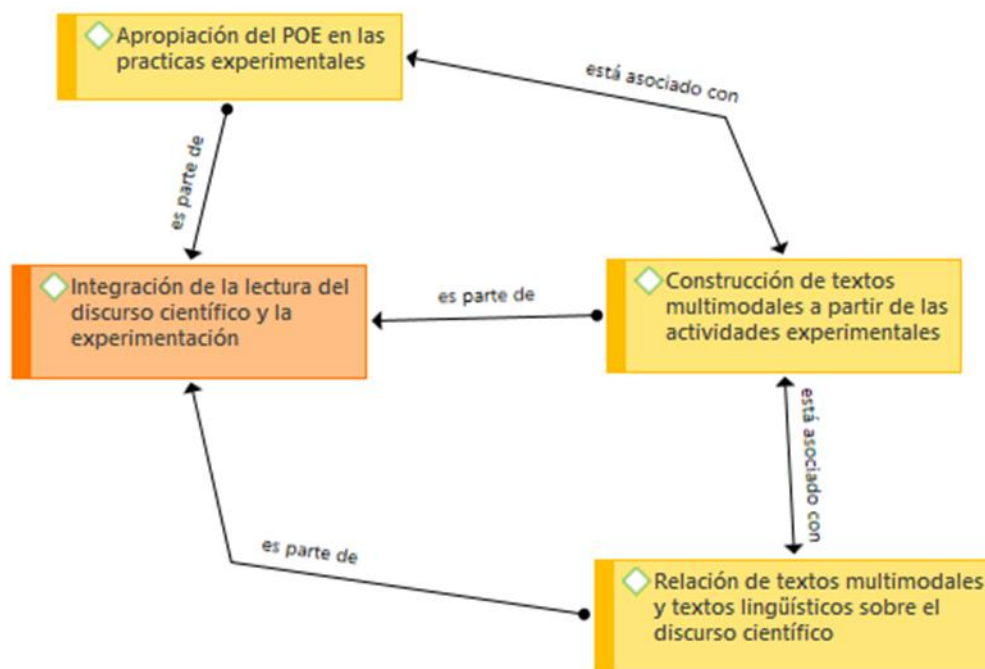


## D. Anexo 4 Red Categoría La alfabetización científica en la construcción de decisiones informadas



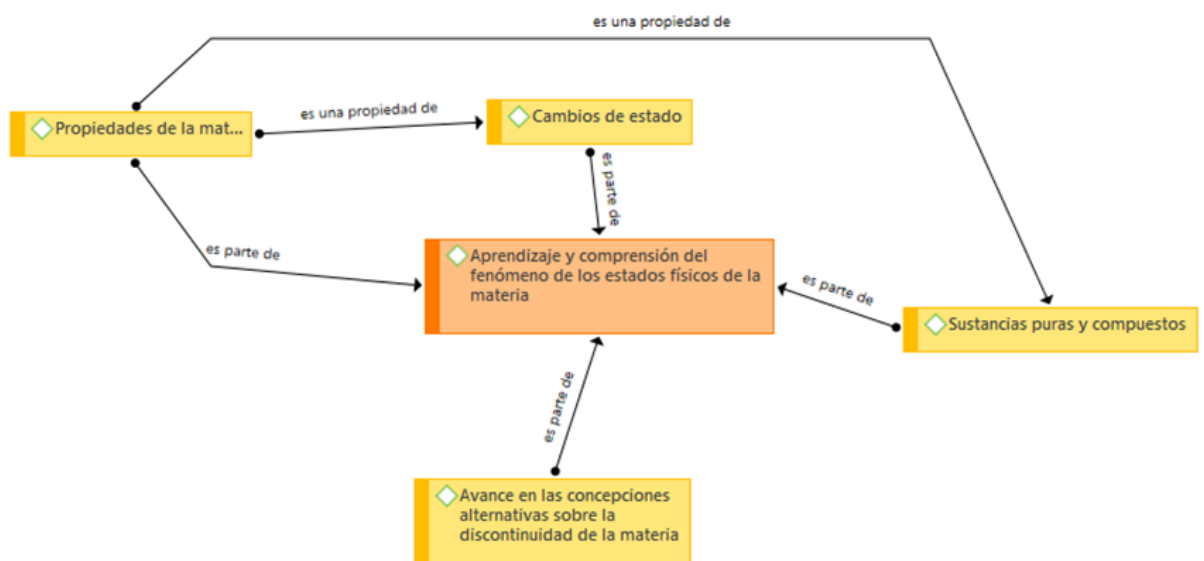


## E. Anexo 5 Red Categoría integración de la lectura del discurso científico y la experimentación





## F.Anexo 6 Red Categoría aprendizaje y comprensión del fenómeno de los estados físicos de la materia











## Referencias

- Álvarez Gayou, J. L. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y Metodología*.
- Alzaghbi, M. (2010). *Diseño Instruccional: Desarrollo, implementación y evaluación de una secuencia didáctica sobre nutrición vegetal en Arabia Saudita*. Universidad de Leeds.
- Ángel, M., Crespo, G., Pozo, J. I., Sagrario, M., & Julián, G. (2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. *Educacion Quimica*.
- Arteaga Valdes, E., & del Sol Martinez. Jorge Luis. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. Retos y sugerencias. *Universidad y Sociedad* , 8. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s2218-36202016000100025&script=sci\\_arttext&lng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s2218-36202016000100025&script=sci_arttext&lng=en)
- Barzelay, M., & Cortázar Velarde, J. C. (2004). *Una guía práctica para la elaboración de estudios de caso* .
- Bezemer, J. and G. K., & Kress, G. (2008). WRITING IN MULTIMODAL TEXT. *Institute of Education, Centre for Multimodal Research*, 25, 62–102.
- Brady, J., & Senese, F. (2008). *Química, guía de estudio para estudiantes: El estudio de la materia y sus cambios* (John Wiley & Sons., Ed.; 5th ed.).
- Brown, A. y C. J. (1994). *Descubrimiento guiado en una comunidad de aprendices*. <https://psycnet.apa.org/record/1994-98346-008>
- Campanario, & Moya. (1999). ¿CÓMO ENSEÑAR CIENCIAS? PRINCIPALES TENDENCIAS Y PROPUESTAS. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 179–192.
- Candela, A., Rockwell, E., & Coll, C. (2009). ¿Qué demonios pasa en las aulas? La investigación cualitativa del aula. *CPU-e Revista de Investigación Educativa*, 156. <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/9105>

- Candela, B. (2018). *El lenguaje y las múltiples representaciones externas* (Universidad del Valle, Ed.; Vol. 1).
- Candela, B. F. (2016). *Adaptación del instrumento metodológico de la representación del contenido (ReCo) al marco teórico del CTPC - Dialnet*. Tecné, Episteme y Didaxis.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6750742>
- Candela, B., & Viafara Robinson. (2014). *Aprendiendo a enseñar Química - Candela, Boris Fernando, Viáfara, Robinson - Google Libros*.  
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=8RLmDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=aprendiendo+a+ense%C3%B1ar+quimica&ots=Jb6UkeSfTI&sig=NcSo9mMDaouCDM8BRHblVqejOd0#v=onepage&q=aprendiendo%20a%20ense%C3%B1ar%20quimica&f=false>
- Chamizo, J. A., & Yosajandi Perez. (2017). Vista de Sobre la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 16, 28–42.  
<https://rieoei.org/RIE/article/view/624/1180>
- Cisneros, E., & Dominguez, G. (2007). Comunidades de práctica: Una alternativa para mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias en el nivel medio superior. *Educacion y Ciencia*, 37–48.
- Colciencias. (2010). *Estrategia Nacional de Apropiación Social de la Ciencia la Tecnología y la Innovación*.  
<https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/estrategianacional-ascti.pdf>
- Duit, R. (2006). La investigación sobre enseñanza de las ciencias: un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 741–770.
- Espíndola, C., & Cappannini, O. (2006). ¿Cómo usan alumnos de EGB los modelos de estado de agregación de la materia en la interpretación de un fenómeno de mezcla? . *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias* , 5.
- Folgueiras Bertomeu, P. (2016). *La entrevista* . 23–53.
- García Cifuentes, C. (2018). *Desarrollo de habilidades lingüísticas en ciencias naturales a partir del concepto de ecosistema en grado 7*. Universidad Externado de Colombia.
- Garmendia, M., & Guisasola, J. (2015). Alfabetización científica en contextos escolares: El Proyecto Zientzia Live! *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 295–309.
- Garmendia Mujika, M., & Guisasola Aranzabal, J. (2015). *Alfabetización científica en contextos escolares: El Proyecto Zientzia Live!*

- Garriz, A., & Trinidad Velasco, R. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación Química*, 14, 72–85.
- Gil, D., & Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. *Revista Investigación En La Escuela*, 27–43.
- Grinnell, J., & Unrao, I. (2005). *Investigación y evaluación del trabajo social: enfoques cuantitativos y cualitativos*.
- Halliday, M. A. (2001). *El lenguaje como semiótica social* (Fondo de cultura económica USA., Ed.).
- Hofstein, V., & K. P. (2012). Learning In and From Science Laboratories. In B. Fraser, K. Tobin, & C. McRabbie. *Second International Handbook of Science Education*, 189–298.
- Ibáñez, F., & Gianna, V. (2012). La teoría cinética molecular y el aprendizaje de la Química. *Educación Química*, 23, 208–211.
- Kozma, R., Kukaj, B., & Sanger, M. (2005). Multimedia Learning of Chemistry Pedagogic Roles of Animations and Simulations in Chemistry Courses. *Visualización En La Educación Científica*, 121–145.
- Kress, G., & van Leeuwen, T. (2002). El color como modo semiótico: apuntes para una gramática del color. *El Color Como Modo Semiótico: Apuntes Para Una Gramática Del Color.*, 2, 343–368.
- Lemke, J. (1998). *Reading Science: Critical and Functional Perspectives on Discourses of Science - Google Libros* (J.R. Martin, Vol. 2).  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6-2FAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA87&dq=Lemke+1998&ots=y6INLVUI4I&sig=JnqxeaYsXeF6vh\\_fKSv\\_wL7SJ50#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6-2FAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA87&dq=Lemke+1998&ots=y6INLVUI4I&sig=JnqxeaYsXeF6vh_fKSv_wL7SJ50#v=onepage&q&f=false)
- Lemke, J. L. (1990). Teaching against the mystique of science. *Talking Science; Language, Learning and Values*, 129–151.
- Lemke, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia* (Vol. 1). Paidós.  
[http://biblioteca.especializada.unjbg.edu.pe/opac\\_css/index.php?lvl=notice\\_display&id=4218](http://biblioteca.especializada.unjbg.edu.pe/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=4218)
- Lemke Program, J. L. (2001). Articulating Communities: Sociocultural Perspectives on Science Education. *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*, 38(3), 296–316.

- Lopez Gonzales, O., & Vivas Calderon, F. (2009). Estudio de las preconcepciones sobre los cambios físicos y químicos de la materia en alumnos de noveno grado. *Educere*, 13, 491–499.
- María Elena Arce Urbina. (2001). El valor de la experimentación en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Educación*, 147–154.
- Marques. Conxita, & Prat, A. (2005). LEER EN CLASE CIENCIAS. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 23(3), 431–440.
- Merce Izquierdo, N. S. (2000). *Hablar y escribir para aprender*. (Editorial Síntesis).
- Millan Restrepo, L. E. (2020). *Enseñanza de la discontinuidad de la materia a través de la estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas*. Universidad Nacional de Colombia.
- NATIONAL ACADEMY PRESS. (1996). *National Science Education Standards - National Research Council, Division of Behavioral and Social Sciences and Education, Board on Science Education, National Committee on Science Education Standards and Assessment - Google Libros*.  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=WprSjvDW0dAC&oi=fnd&pg=PA1&dq=national+science+standards+1996&ots=a3ZLx6tR2P&sig=OmqXN8cOttXKAa9PZJUy\\_nN8ldQ#v=onepage&q=national%20science%20standards%201996&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=WprSjvDW0dAC&oi=fnd&pg=PA1&dq=national+science+standards+1996&ots=a3ZLx6tR2P&sig=OmqXN8cOttXKAa9PZJUy_nN8ldQ#v=onepage&q=national%20science%20standards%201996&f=false)
- Norris, S. P. , & Phillipps, L. M. (2012). Reading science: How a naive view of reading hinders so much else. *In Metacognition in Science Education*, 37–56.
- Oliveras, P. (2014). *La lectura crítica a la classe de ciències: propostes, dificultats i perfils lectors*. . Universidad de Barcelona.
- Olmedo Estrada, J. C. (2011). Educación y Divulgación de la Ciencia: Tendiendo puentes hacia la alfabetización científica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 8, 137–148.
- Ortega Miranda, G. (2015). *Cambios de estado físico - Escolar - ABC Color*.  
<https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/escolar/cambios-de-estado-fisico-1346323.html>
- Ortiz, L. (2017). *LA ESTRATEGIA DE ESCRIBIR PARA APRENDER: EL CASO DEL EQUILIBRIO QUÍMICO*. Universidad del valle .
- Padilla, D., & Cordero, L. (2010). Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. *Accelerating the World's Research*.
- Parodi. Giovanni. (2017). *No solo existen palabras en los textos escritos: algunas teorías y modelos de comprensión de textos multimodales o multi*.

- [https://www.researchgate.net/profile/Giovanni-Parodi/publication/324419021\\_No\\_solo\\_existen\\_palabras\\_en\\_los\\_textos\\_escritos\\_os\\_algunas\\_teorias\\_y\\_modelos\\_de\\_comprension\\_de\\_textos\\_multimodales\\_o\\_multisemioticos/links/5acd38daaca2723a333f290e/No-solo-existen-palabras-en-los-textos-escritos-algunas-teorias-y-modelos-de-comprension-de-textos-multimodales-o-multisemioticos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Giovanni-Parodi/publication/324419021_No_solo_existen_palabras_en_los_textos_escritos_os_algunas_teorias_y_modelos_de_comprension_de_textos_multimodales_o_multisemioticos/links/5acd38daaca2723a333f290e/No-solo-existen-palabras-en-los-textos-escritos-algunas-teorias-y-modelos-de-comprension-de-textos-multimodales-o-multisemioticos.pdf)
- Pozo, J. I., & Crespo, J. I. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico* (Ediciones Morata).
- Prieto, T., España, E., & Martín, C. (2011). Algunas cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias* 9, 9, 72–77.
- Puig, N. S., & Márquez, C. (2003). Los trabajos prácticos : punto de partida para aprender ciencias. *Aula de Innovación Educativa*.  
[http://www.grao.com/creditos/ficha\\_articulo.asp?id=1878\[21/09/2010](http://www.grao.com/creditos/ficha_articulo.asp?id=1878[21/09/2010)
- Reyzábal, Ma. V. (2012). LAS COMPETENCIAS COMUNICATIVAS Y LINGÜÍSTICAS, CLAVE PARA LA CALIDAD EDUCATIVA. *Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educación*, 10, 63–77.
- Rojas, M. (2021). *La escritura multimodal en el aula de ciencias como herramienta de aprendizaje del fenómeno enfermedad*. Universidad Nacional de Colombia.
- Ruiz Olabuénaga, J. I. (2007). *Metodología de la investigación cualitativa* (Universidad de Deusto, Ed.).
- Ruiz, V. M. (2014). Habilidades para la vida: una propuesta de formación humana. *Itinerario Educativo*.
- Rusell, J. B. (2004). *Química General* (São Paulo: Makron Books, Ed.; 2nd ed., Vol. 2).
- Salomón, D., Watson, M., Battistich, V., & Schaps, E. (1996). Crear aulas que los estudiantes experimenten como comunidades. *Revista Estadounidense de Psicología Comunitaria* , 24, 719–748.
- Sánchez, M. J., Fernández, M., & Díaz, J. C. (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. *Revista Científica UISRAEL*, 8, 107–121.
- Sanmartí, N. (2007). Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. *Universidad Autónoma de Barcelona*, 5, 1–21.  
[https://scholar.google.es/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=es&user=UCMrZJsAAAAJ&citation\\_for\\_view=UCMrZJsAAAAJ:W7OEmFM1HYC](https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=UCMrZJsAAAAJ&citation_for_view=UCMrZJsAAAAJ:W7OEmFM1HYC)

- Sanmartí, N., & Márquez, C. (2003). Los trabajos prácticos : punto de partida para aprender ciencias. *Revista Aula de Innovación Educativa* , 13.  
[http://www.grao.com/creditos/ficha\\_articulo.asp?id=1878](http://www.grao.com/creditos/ficha_articulo.asp?id=1878)[21/09/2010]
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1991). *Pericia letrada. Hacia una teoría general de la experiencia: Perspectivas y límites* (Universidad de Cambridge, Ed.; Vol. 1).
- Stake, R. (2013). Estudios de casos cualitativos. *Las Estrategias de Investigación Cualitativa*.
- Stake, R. E. (1994). *Investigaciones con estudio de casos* (Ediciones Morata, Ed.).
- Strauss, A. ., & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada* (Universidad de Antioquia, Ed.).
- Sutton, C. (1996). Creencias sobre la ciencia y creencias sobre el lenguaje. *Revista Internacional de Educación Científica*, 18, 1–18.
- Sutton, C. (2003). LOS PROFESORES DE CIENCIAS COMO PROFESORES DE LENGUAJE. *Investigacion Didactica* , 21–25.
- Talanquer, vicente. (2015). La importancia de la evaluación formativa. *Educacion Quimica* , 177–170.
- Torres, A., Zapata, J., & Pinto, M. (2009). Una alfabetización científica tecnológica y cultural. *Revista Científica*, 52–61.
- Torres Niño, M. (2020). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO EXPERIMENTAL DE COMPOSTAJE PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES CIENTÍFICAS EN LA EDUCACIÓN BÁSICA PRIMARIA*. Universidad Javeriana.
- Vergara, M. D. C. (2018). *Estructura retórica y multimodal de los libros de textos de ciencias naturales e historia de noveno grado*. Universidad de Panama.
- Viviescas, A. X., & Moreno, J. A. (2019). La experimentación en las ciencias naturales y su importancia en la formación de los estudiantes de básica primaria. *Escritos Sobre La Biología y Su Enseñaza*, 14, 149–158.
- Watkins, C. (2005). *Aulas como comunidades de aprendizaje: ¿Qué hay para las escuelas?* (Routledge, Ed.).